



VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrických strojů a přístrojů



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Průzkum trhu – Transformátorového oleje

Market Research – Transformer Oils

2009/2010

Lukáš Müller

Zadání:

Prohlášení:

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

Poděkování:

V první řadě bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za jejich podporu při studiu na VŠ. Dále bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Markovi, Ph.D., za odbornou pomoc, rady a připomínky, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

V Ostravě

dne: 5.5. 2010

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je provést průzkum trhu transformátorových olejů. V první části bakalářské práce se nachází stručný popis transformátorů, dále účel, aplikace, vlastnosti, parametry a specifika transformátorového oleje. Druhá část bakalářské práce se zabývá samotným průzkumem trhu transformátorových olejů, kde jsou k jednotlivým olejům uvedeni jejich výrobci, dodavatelé a prodejci. Následně je provedeno cenově parametrické srovnání typových transformátorových olejů. V poslední části je provedené měření průrazného napětí typového transformátorového oleje.

Klíčová slova:

Transformátorový olej, cena, průzkum trhu, měření, průrazné napětí, transformátor, výrobci, prodejci, elektrická pevnost.

Abstract:

The aim of the work is to carry out a market research of the transformer oils. The first part of the work contains short description of transformers, their purpose, application, characteristics and specifics of transformer oils. The second part deals with real market research of transformer oils. To each type of oil you'll find their producers, suppliers and vendors. Consecutively, you'll find price-parametric comparison of the transformer oils. In the last part there is description of a measurement of the breakdown voltage of one of typical transformer oil.

Key words:

Transformer oil, price,, market research, measurement, breakdown voltage, transformer, producers, sellers, electric strength.

Seznam použitých symbolů a značek:

<i>symbol</i>	<i>název</i>	<i>jednotka</i>
t	Čas	(s)
E_p	Elektrická pevnost	(kV/mm)
U	Elektrické napětí	(V)
R	Elektrický odpor	(Ω)
I	Elektrický proud	(A)
P	Elektrický výkon	(W)
ρ	Hustota	(Kg/m ³)
P_{FE}	Hysterezní ztráty	(W/kg)
d	Průměr	(mm)
U_p	Průrazné napětí	(kV)
p	Převod	(-)
ε_r	Relativní permitivita	(-)
v	Teplota	(°C)
η	Účinnost transformátoru	(%)
ν	Viskozita	(mm ² /s)
l	Vzdálenost	(mm)
$tg\delta$	Ztrátový činitel	(-)
	Číslo kyselosti	(mg KOH/g)
	Mezipovrchové napětí	(mN/m)
	Obsah kalů	(% hm.)
	Obsah vody	(g/t)
	Oplachovací výkon	(t/h)

Úvod	1
1 Transformátor	2
1.1 Popis transformátoru	2
1.2 Magnetické obvody a ztráty v transformátoru	2
1.3 Vinutí.....	3
1.4 Hodinový úhel	3
1.5 Chlazení transformátorů	3
1.5.1 Druhy chladiv a jejich označení	3
1.5.2 Označení způsobu oběhu chladiva	4
1.6 Druhy zkoušek transformátorů.....	4
1.6.1 Rozdělení zkoušek.....	4
1.6.2 Druhy zkoušek.....	4
1.7 Rozdělení transformátorů	5
1.8 Problematika vířivých proudů	6
1.9 Základní vztahy	6
2 Olejový transformátor	8
2.1 Příklad olejového transformátoru	9
2.2 Životnost transformátoru	9
2.3 Spolehlivost.....	9
2.4 Nároky na údržbu	10
2.5 Ztráty transformátoru	10
2.6 Odolnost vůči vnějším vlivům	11
2.7 Hlučnost transformátorů.....	11
2.8 Jak docílit kvality transformátoru	11
3. Transformátorový olej	12
3.1 Výroba transformátorového oleje.....	12
3.2 Účel	12
3.3 Aplikace	12
3.4 Vlastnosti a požadavky transformátorového oleje	12
3.5 Stárnutí transformátorového oleje	16
3.5.1 Vlivy způsobující stárnutí oleje.....	17

3.5.1.1	Oxidační stárnutí transformátorového oleje	17
3.5.1.2	Kaly	17
3.6	Složení transformátorového oleje.....	18
3.7	Druhy izolačních transformátorových olejů.....	18
3.7.1	Inhibované izolační transformátorové oleje	18
3.7.2	Neinhibované izolační transformátorové oleje.....	19
3.7.2.1	Čištění a filtrace inhibovaných olejů.....	19
3.8	Techniky rafinace.....	19
3.8.1	Hydrogenace.....	19
3.8.2	Selektivní rafinace.....	19
3.9	Regenerace transformátorových olejů.....	20
3.9.1	Postup regenerace transformátorového oleje.....	22
4	Průzkum trhu transformátorových olejů.....	24
4.1	Výrobci transformátorových olejů	24
4.1.1	Jednotliví zahraniční a tuzemští výrobci transformátorových olejů:.....	24
4.1.1.1	NYNAS	25
4.1.1.2	SUN OIL COMPANY	26
4.1.1.3	ORLEN OIL	27
4.1.1.4	BP	28
4.1.1.5	FUCHS	29
4.1.1.6	PARAMO	30
4.1.1.7	MOL	31
4.1.1.8	SHELL	32
4.1.1.9	MOGUL	33
4.1.1.10	MOBIL	34
4.2	Dodavatelé a prodejci transformátorových olejů	35
4.3	Cenový průzkum transformátorových olejů.....	36
4.3.2	Ceny jednotlivých typů olejů	39
4.3.3	Nejvýhodnější prodejci jednotlivých typů olejů.....	40
4.3.4	Profil nejvýhodnějších prodejců transformátorových olejů	41
4.3.4.1	ODBORNÍK	41
4.3.4.2	E-SHOP ZDARMA.....	42
4.3.4.3	AZ Auto:	43

4.3.4.4	PER-OIL.....	43
4.3.5	Cenově parametrické porovnání typových transformátorových olejů	44
4.3.5.1	MOGUL TRAFO CZ-A.....	44
4.3.5.2	MOGUL TRAFO D	45
4.3.5.3	PARAMO TRAFO N.....	45
4.3.5.4	SHELL DIALA D	46
4.3.5.5	SCHELL DIALA DX.....	46
4.3.5.6	EXEL 3802.....	47
4.3.5.7	MIDEL 7131	48
4.3.5.8	AGIP ITE 360	49
4.3.5.9	AGIP ITE 360L.....	50
5	Měření průrazné pevnosti typového transformátorového oleje.....	51
5.1	Příprava na měření	51
5.1.2	Fyzikální a chemické vlastnosti transformátorového oleje Shell Diala D.....	52
5.1.3	Schéma zapojení pracoviště	52
5.1.4	Použité přístroje.....	52
5.2	Měření průrazného napětí.....	53
5.2.1	Tabulka naměřených a vypočtených hodnot	53
5.2.2	Příklad výpočtu elektrické pevnosti	53
5.2.3	Graf znázorňující velikost průrazného napětí při jednotlivých pokusech:	54
5.2.4	Vyhodnocení měření	54
	Závěr.....	55

Úvod

Náplní této bakalářské práce je provést průzkum trhu transformátorových olejů. Bakalářská práce je rozdělena do tří základních částí, základní vlastnosti transformátorů a transformátorových olejů, průzkum trhu a měření průrazného napětí transformátorového oleje.

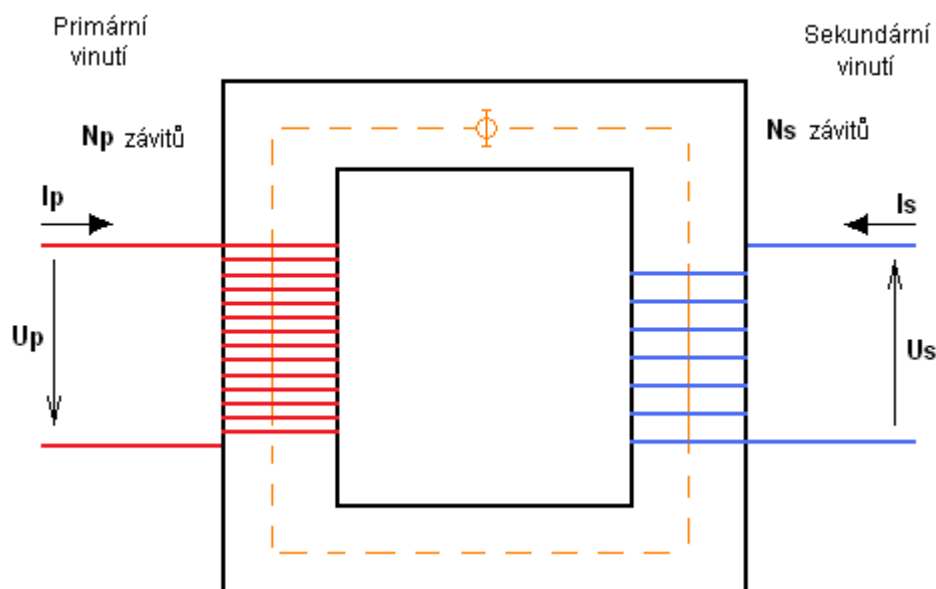
V první části jsou popsány základní pojmy, parametry a základní vztahy transformátorů, seznámení se s problematikou olejových transformátorů. Dále obsahuje popis transformátorového oleje jako: účel, aplikace, vlastnosti a parametry, metody měření a regenerace olejové náplně.

Druhá část se zabývá průzkumem trhu transformátorových olejů. Ten je rozdělen do čtyř bodů. V prvním bodě se seznámíme s důležitými výrobci transformátorových olejů, kde u deseti výrobců uvádím profil, historii, čím se zabývají a jejich kontaktní údaje. V druhém bodě se nachází mnou nalezení dodavatelé a prodejci, které jsem vepsal do tabulky. Ve třetím bodě se zabývám cenovým průzkumem, zde se nachází tabulka, která obsahuje veškeré mnou nalezené ceny, výrobce a prodejce transformátorových olejů. Výsledkem, je profil čtyř nejvýhodnějších prodejců transformátorových olejů. V posledním bodě provedu cenově parametrické srovnání transformátorových olejů a jejich vyhodnocení.

Ve třetí části bakalářské práce provedu měření průrazného napětí neinhibovaného transformátorového oleje značky Shell Diala D. Měření je provedeno při různých vzdálenostech elektrod a při stálé pokojové teplotě 19 °C.

1 Transformátor

1.1 Popis transformátoru



obr. 1: Schéma transformátoru

Transformátor pracuje na principu elektromagnetické indukce časovou změnou magnetického toku. Primární cívka ve svém obvodu působí jako spotřebič, sekundární jako zdroj. Do primárního vinutí přivedeme střídavé napětí, a protože je uzavřený obvod, tak prochází proud střídavý. Okolo primární cívky se vytvoří magnetické pole charakterizované magnetickým tokem Φ a ten je také střídavý. Tento tok se uzavírá převážně jádrem transformátoru a svými účinky zasahuje vinutí sekundární cívky. Vlivem časové změny toku se v sekundárních vodičích indukuje střídavé napětí.

1.2 Magnetické obvody a ztráty v transformátoru

Ztráty naprázdno:

- Transformátor naprázdno je napájen do vstupního vinutí jmenovitým napětím, převážně sinusového průběhu a současně má všechny ostatní svorky rozpojeny tzn. bez zátěže.
- Na svorkách výstupního vinutí lze naměřit napětí, odpovídající velikosti napájecího napětí, které je přepočteno závitovým převodem.
- Z výstupních vinutí není odebírán žádný proud ani výkon.

- Ztráty naprázdno (výkon odebíraný z napájecího zdroje) jsou využívány na magnetizaci jádra (vytvoření magnetického toku) a krytí ztrát v magnetickém obvodu (vířivé proudy). Proto se označují „ztráty naprázdno = ztráty v železe“.

Ztráty nakrátko:

- Transformátor na krátko je napájen do vstupního vinutí převážně sinusového průběhu a současně má svorky jednoho výstupního vinutí spojeny napřímo=nakrátko.
- Na svorkách zkratovaného výstupního vinutí lze naměřit proud, odpovídající velikosti napájecího proudu, který je přepočten závitovým převodem.
- Napájecí proud má takovou velikost, aby byla dosažena hodnota jmenovitého proudu v napájecím nebo zkratovaném vinutí (rozhoduje menší hodnota).
- Napětí na vstupním vinutí je malé.
- Ztráty nakrátko (výkon odebíraný z napájecího zdroje) jsou využívány na pokrytí ztrát Jouleova tepla ve vinutích transformátoru. Označují se jako „ztráty nakrátko = ztráty v mědi“.

1.3 Vinutí

Vinutí pro síťové transformátory jsou zhotovována z emailových drátů různého průměru. Cívka se navíjí na cívkové tělísko závit po závitě a jednotlivé vrstvy vinutí jsou prokládány impregnovaným papírem. Povrch cívky je izolován lepenkou nebo plátnem. Čím je vinutí dimenzováno na vyšší napětí a větší proudy, tím je výroba cívek obtížnější.

1.4 Hodinový úhel

Charakteristická vlastnost zapojení trojfázového transformátoru. Jedná se o fázový posuv odpovídajících si napětí měřených od fázoru vyššího napětí k nižšímu ve smyslu sledu fází. Udává se v hodinách přičemž 1h odpovídá 30°.

1.5 Chlazení transformátorů

Malé transformátory jsou obvykle chlazeny vzduchem. Velké transformátory se chladí olejem, protože voda je i při nepatrném znečištění vodivá a vířivými proudy se rozkládá na vodík a kyslík. Druh chlazení se označuje značkou, která udává druh chladicího média. Cirkulace média může být přirozená nebo nucená.

1.5.1 Druhy chladiv a jejich označení

- A - vzduch
- G - plyn

- W - voda
- O- olej (bod vzplanutí $\leq 300^{\circ}\text{C}$)
- K – jiná kapalina (bod vzplanutí $> 300^{\circ}\text{C}$)
- L – jiná kapalina (neměřitelný bod vzplanutí)
- S – pevný izolant

1.5.2 Označení způsobu oběhu chladiva

- N - přirozený
- F - nucený (ventilátor nebo čerpadlo)
- D - nucený s usměrněným prouděním

1.6 Druhy zkoušek transformátorů

Zkouší se, zda stroj vyhovuje požadavkům kladeným na jakost materiálu, konstrukci, rozměry, vlastnost a zároveň vhodnost zdroje pro dané použití.[5]

1.6.1 Rozdělení zkoušek

- podle rozsahu
- podle účelu
- podle počtu opakování

1.6.2 Druhy zkoušek

- měření izolačního odporu
- měření odporu vinutí za studena
- měření převodu napětí
- kontrola fází
- zkouška přiloženým napětím
- zkouška indukovaným napětím
- měření ztrát naprázdno
- měření charakteristiky naprázdno
- měření netočivé impedance
- měření ztrát nakrátko
- oteplovací
- nárazovým napětím plnou vlnou
- zkratová odolnost
- nárazovým napětím kusou vlnou
- měření kapacity vinutí
- měření hluku
- elektrické pevnosti oleje

- mechanická (přepínače odboček)

1.7 Rozdělení transformátorů

Podle počtu fází:

- jednofázový
- trojfázový
- vícefázový

Podle konstrukce magnetického obvodu:

- plášťový
- jádrový
- toroidní

Podle uspořádání vinutí:

- souosý
- soustředný

Podle počtu vinutí:

- dvojvinut'ový (primár, sekundár)
- trojvinut'ový (primár, sekundár, terciál)
- vícevinut'ový

Podle typu chlazení:

- olejový
- ostatní (pískový, vzduchový, s nehořlavou kapalinou)

Podle použití:

- energetický (změna napětí pro přenos elektrické energie v rozvodných sítích)
 - distribuční
 - blokový
 - sít'ový
- ostatní:
 - svařovací
 - pecové
 - měničové

- spouštěcí
- měřicí
- zkušební
- oddělovací
- natáčivé

1.8 Problematika vířivých proudů

Volné elektrony se v masivním bloku kovového vodiče působením proměnného magnetického pole začnou pohybovat po kružnicích (proto označení vířivé proudy), při svém pohybu předávají část své energie krystalové mřížce a kov se zahřívá. Vířivé proudy se odstraní nebo alespoň omezí rozdělením masivního vodiče na menší vzájemně izolované části, aby neměly elektrony možnost „vířit“. Z tohoto důvodu je jádro transformátoru složeno z jednotlivých od sebe navzájem izolovaných plechů. Vířivé (Foucaultovy) proudy jsou proudy indukované, a proto se podle Lenzova zákona snaží zabránit změně, která je vyvolala. Toho se využívá například v indukčních brzdách, tachometrech, elektroměrech. [6]

1.9 Základní vztahy

Zanedbáme-li ztráty, platí pro transformaci napětí vztahy:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (1)$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad (2)$$

kde značí:

- N_1 - počet závitů primární cívky
- U_1 - primární napětí přiváděné na vstup primární cívky
- I_1 - primární proud procházející mezi zdrojem a primární cívkou
- N_2 - počet závitů sekundární cívky
- U_2 - sekundární napětí, které se indukuje na vývodech sekundární cívky
- I_2 - sekundární proud, který prochází sekundární cívkou a připojeným spotřebičem

Z první rovnice vyplývá, že čím víc závitů má sekundární cívka, tím vyšší napětí transformátor poskytuje. Druhá rovnice vyjadřuje nepřímou úměrnost mezi proudem a napětím. To znamená, že čím

vyšší je sekundární napětí, tím menší proud prochází sekundárním obvodem. Je-li sekundární napětí vyšší než primární, hovoříme o transformaci nahoru, je-li sekundární napětí nižší než primární, jedná se o transformaci dolů. [6]

- Převod p

$$p = \frac{N_1}{N_2} \quad (3)$$

- Hysterezní ztráty P_{Fe}

Jsou důsledkem střídavé magnetizace jádra, způsobené transformátorovým střídavým napětím o určité frekvenci. Jsou úměrné ploše hysterezní smyčky, maximální magnetické indukci a hmotnosti jádra. Protože magnetický tok v jádře nezávisí na přenášeném výkonu, jsou tyto ztráty nezávislé na zatížení.

$$P_{Fe} = P_{10} - R_1 \cdot I_{10}^2 \quad (4)$$

kde značí:

P_{10} - příkon primáru naprázdno
 R_1 - ohmický odpor primárního vinutí
 I_{10} - proud primárního vinutí naprázdno

- Ztráty ve vinutí P_{Cu}

Ztráty ve vinutí vznikají při průchodu proudu cívkami a jsou úměrné druhé mocnině zatěžovacího proudu.

$$P_{Cu} = R_1 \cdot I_1^2 \quad (5)$$

- Celkové ztráty:

$$P_Z = P_1 - P_2 = P_{Fe} + P_{Cu} \quad (6)$$

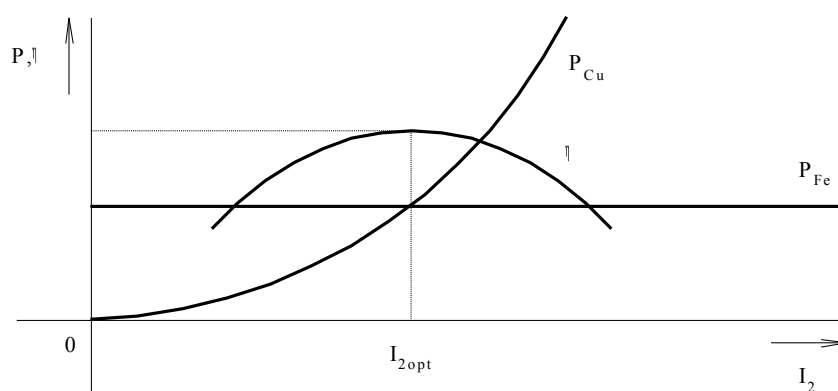
kde značí:

P_1 - příkon transformátoru
 P_2 - výkon transformátoru

- Účinnost transformátoru η :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad (7)$$

Účinnost transformátoru se mění se zatížením a dosahuje maxima pro tu hodnotu zatěžovacího proudu, kdy $P_{fe} = P_{cu}$. Maximální účinnost malých transformátorů bývá 60 až 70 %, velké transformátory dosahují účinnosti kolem 95 %.



obr. 2: Průběh účinnosti

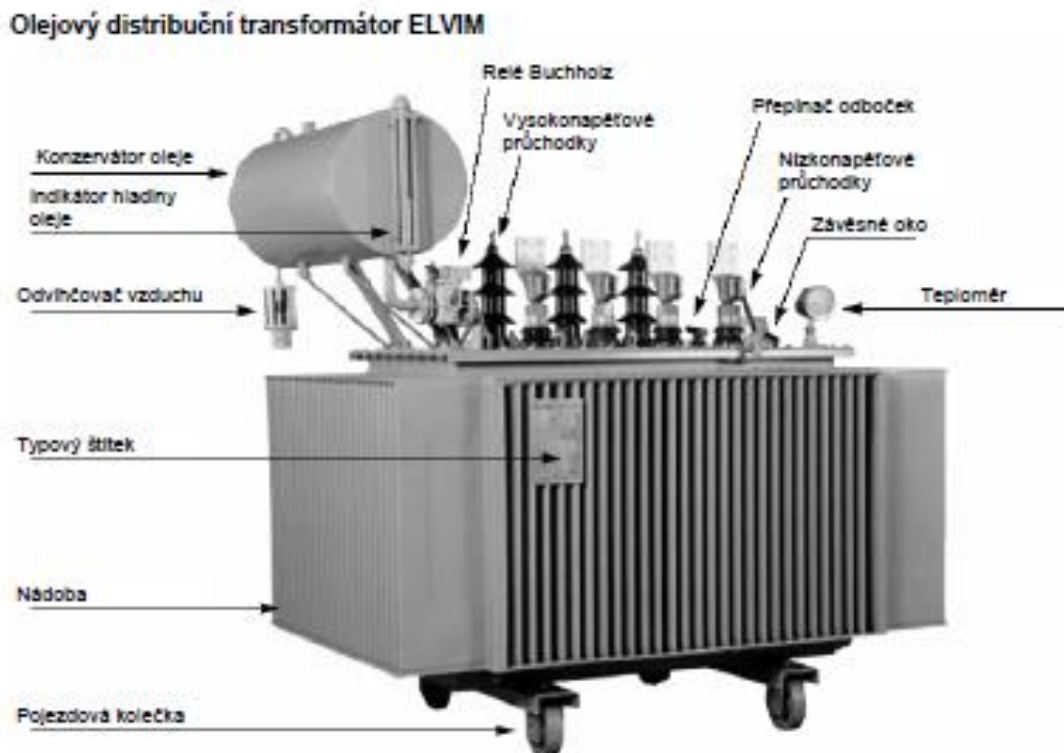
2 Olejový transformátor

Olejový transformátor, jenž má totožné parametry jako zaléváný, bývá levnější. Konečná cena však může být podstatně vyšší. Olejový transformátor je sice levnější, ale je spojen s dalšími dodatečnými náklady na:

- olejovou jímku
- vybavení stanoviště EPS
- případnou ochranu proti výbuchu nádoby
- náklady na ekologické odstranění olejové náplně

Olejové transformátory jsou nejlepším řešením pro použití ve venkovním prostředí, pro výkony > cca 30MVA pro napětí >35kV a pro některé speciální aplikace (např. trakční transformátory na lokomotivách).

2.1 Příklad olejového transformátoru



obr. 3: Olejový distribuční transformátor ELVIM [7]

2.2 Životnost transformátoru

Životnost transformátorů je závislá na režimu a prostředí, ve kterém je transformátor provozován. Životnost transformátoru je limitována především životností papírové izolace vinutí, jejíž mechanická pevnost se postupně zmenšuje. Životnost papírové izolace bývá podstatně kratší než životnost ostatních konstrukčních prvků. Životnost papírové izolace a ostatních konstrukčních částí se zmenšuje např. u olejových transformátorů, není-li ošetřována olejová náplň transformátoru. Mezi stárnutím oleje a papíru totiž existuje vzájemná závislost. Produkty rozkladu oleje jsou absorbovány papírem a naopak, což urychluje proces jejich stárnutí. Jestliže není zestárlá olejová náplň před ukončením své životnosti vyměněna, popř. zregenerována, urychluje se nevratná degradace papírové izolace, a tedy rychleji nastává následná havárie transformátoru.

2.3 Spolehlivost

Nároky na spolehlivost se liší podle toho, v jakých aplikacích bude transformátor používán. O technických poruchách se nevede žádná statistika. K dispozici jsou pouze:

- statistiky hasičů
- certifikáty nezávislých agentur
- ověřitelné reference

Hasičské sbory evidují ročně několik stovek požárů transformátorů.

Certifikáty nezávislých agentur

Certifikáty ISO 9001 a ISO 14001 jsou pro výrobce samozřejmostí. Existují certifikace, které jsou vydávány nezávislými agenturami a jsou celosvětově uznávanými.

- Certifikace UL (Underwriters Laboratories). Jedná se o americkou certifikační laboratoř, která se zabývá bezpečností elektrických zařízení. Její osvědčení jsou požadována na trzích v USA, Kanadě a v těch regionech, kde se uznávají americké standardy.
- Certifikáty lodních registrů např. GL, ABS, DNV, LRS a jiné. Tyto certifikáty svědčí o mimořádně vysoké úrovni celkové kvality konstrukce, výroby i servisu příslušného výrobce.
- Certifikace IRIS (International Railway Industry Standard). Uděluje ho Evropská asociace železničního průmyslu (UNIFE) a dosvědčuje, že tyto výrobky jsou vhodné pro použití na evropských železnicích.

Ověřitelné reference

Svou vypovídající hodnotu mají reference z jaderné techniky, z lodních aplikací, ze železniční dopravy a z aplikací a zkušeností v mimořádně náročných podmínkách.

2.4 Nároky na údržbu

Jsou s nimi spojené náklady na údržbu, opravy a prohlídky. Náklady na údržbu a opravy jsou odvislé od kvality konstrukce transformátoru. Nekvalitní konstrukce transformátoru bude vyžadovat časté dotahování a vypodkládání. U olejových transformátorů se provádí diagnostika transformátorového oleje a často je nutné provést jeho čištění a sušení. Proto se vyplatí naplnit transformátor kvalitním transformátorovým olejem. Dále se opotřebovávají pod zatížením přepínače odboček a také ventilátory přídavného chlazení. Většina výrobců slibuje bezúdržbový provoz, i když to není zcela pravda, proto se údaje o těchto nárocích těžko dohledávají.

2.5 Ztráty transformátoru

Ztráty transformátoru jsou relativně nízké (účinnost se pohybuje okolo 95 - 99 %), uvažíme-li, že stroj je často provozován nepřetržitě po celý rok, a jeho životnost se počítá na 20 – 40 let, může i tato položka být významná. Pokud je stroj vybaven ventilátorem, je nutno ke ztrátám připočítat ještě jeho spotřebu.

2.6 Odolnost vůči vnějším vlivům

U transformátoru, který odpovídá normám (ČSN EN 60726, ČSN EN 60076), lze předpokládat, že vydrží běžné provozní podmínky. Transformátor může být občas vystaven mimořádným vlivům. Ty můžeme rozdělit na vlivy elektrické a neelektrické.

Elektrické vlivy:

- časté vypínání a zapínání transformátoru
- přepětí
- zatížení s velkým podílem vyšších harmonických
- nadproud

Vnější vlivy neelektrické:

- zvýšená prašnost, agresivní prostředí (tropy, slaná mlha)
- orosování
- teplotní šoky
- zaplavení a jiné

2.7 Hlučnost transformátorů

O hladině hluku deklaruje výrobce. Měření hlučnosti není povinnou kusovou zkouškou a provádí se za příplatek. Objektivní měření je možné provést pouze v laboratoři.

2.8 Jak docílit kvality transformátoru

Podmínky nutné k dosažení kvalitního transformátoru (ne však dostačující):

- Vysoká odborná úroveň a zkušenost pracovníků vývoje, konstrukce a využívání nejnovějších výpočetních a expertních metod v konstrukci.
- Orientace výrobce na určité trhy. Většina výrobců se snaží uplatnit hlavně na trzích, kde se požaduje běžná kvalita a co nejnížší cena, ale velké série.
- Nákup materiálů a subdodávek pouze v té nejvyšší kvalitě.
- Know-how – jedná se o nákladnou záležitost, většinou řešenou formou licencí.

- Dodržování technologické kázně. Řada operací při výrobě transformátorů vysoké kvality je velmi choulostivých na důsledné dodržování technologické kázně. Někteří výrobci proto raději používají méně náročné výrobní postupy – samozřejmě s horší úrovní kvality výsledného výrobku. [3]

3. Transformátorový olej

3.1 Výroba transformátorového oleje

Základní surovinou pro výrobu transformátorového oleje je ropa. Její chemické složení je odvislé od technologického postupu destilace a rafinace. Ropa se po odstranění hrubých nečistot, anorganických solí a vody destiluje při atmosférickém tlaku a poté ve vakuu. Destilační frakce lehkého oleje – výchozí surovina pro transformátorový olej, se rafinuje koncentrovanou kyselinou sírovou, neutralizuje se louhem sodným, vypírá vodou, vysušuje proudem horkého vzduchu nebo ve vakuu a práškují bělicí hlinkou. V oleji zůstávají přirozené látky chránící olej proti oksidaci – inhibitory - v podobě aromatických uhlovodíků.

3.2 Účel

Olej plní v aktivní části transformátoru úlohu izolantu (dielektrika) a přenášeče tepla, které odnímá izolovanému vodiči vinutí a železnému jádru transformátoru a předává vzduchu nebo vodě.

3.3 Aplikace

Primární i sekundární vinutí transformátoru jsou do olejové náplně úplně ponořena.

3.4 Vlastnosti a požadavky transformátorového oleje

Transformátorový olej musí mít co nejvyšší elektrickou pevnost, poměrnou permitivitu ϵ_r (dielektrická propustnost) co nejbližší ϵ_r izolantů z celulózy. Elektrická (dielektrická, průrazná) pevnost je poměr napětí, při kterém nastane průraz izolantu k jeho tloušťce v místě průrazu. Poměrná permitivita olejů při 20 °C je okolo 2,25.

Plyny a voda se vyskytují v oleji jako rozpuštěné (vytvářejí s olejem plynný nebo kapalný roztok), emulgované (částičky v oleji již nerozpustné, je-li plynem nebo kapalinou nasycen) a volné (okem patrné bublinky plynu, voda na dně nádoby nebo kapky v proudu oleje). Kromě toho vznikají v oleji plyny i voda reakční (z probíhajících chemických procesů). Plyny v oleji snižují jeho

elektrickou pevnost o 20 – 30 %. Tvoří-li bublinky, dochází k přeskokům. Elektrická pevnost oleje se stopami vody (do 100g/t) je nejnižší při 0 °C, prakticky bez ohledu na množství vody. Změní-li se obsah vody v oleji při 25 °C z 5g/t na 40g/t za přítomnosti mechanických mikročásteček v množství 50g/t, klesne elektrická pevnost na polovinu. Mechanické mikročástečky působí elektricky nepříznivě proto, že se na nich shlukují v kapénky mikroskopická množství vody.

Objem oleje se při zatížení transformátoru, při změně teploty okolního vzduchu zvětšuje a zmenšuje, olej teče do dilatační nádoby a zpět, přitom difunduje do oleje vzduch z hladiny a prouděním se rozptýlí do celé olejové náplně. Zdrojem chemického znečištění oleje může být nadměrná místní teplota, elektrický oblouk, zvláště rozpouštění laků a některých izolantů.

Plynné, kapalně a pevné nečistoty se mohou postupně stát příčinou dielektrických poruch a stárnutí oleje.

Transformátorový olej má mít co nejvyšší měrné teplo (např. 0,45 kcal/kg °C), musí snadno proudit (být řídký, mít nízkou viskozitu i při záporných teplotách), nesmí tuhnout ani při nejnižší teplotě okolního vzduchu, nesmí vzplanout ani při překročení nejvyšší dovolené provozní teploty. Během provozu transformátoru má co nejméně podléhat chemickým změnám – stárnutí. [1]

Hustota ρ :

- má být malá, aby voda nebo případně led tvořící se u dna transformátoru, nevyplavaly

Viskozita:

- má být nízká, aby olej dobře proudil
- příliš nízká viskozita však s sebou nese náchylnost oleje k oxidaci
- příliš nízká viskozita také znamená příliš nízký bod vzplanutí
- obvyklá viskozita je 10mm²/s při 40°C
- při měření viskozity se měří čas, který olej potřebuje k tomu, aby protekl kapilárou



obr. 4: Znáznorňuje měření viskozity oleje protékajícího kapilárou

Bod vzplanutí:

- měl by být vyšší než 120°C
- při měření bodu vzplanutí se k zahřívanému oleji opakovaně přibližuje plamen, tak dlouho, až se olejové páry vznítí



obr. 5: Znáznorňuje měření bodu vzplanutí oleje



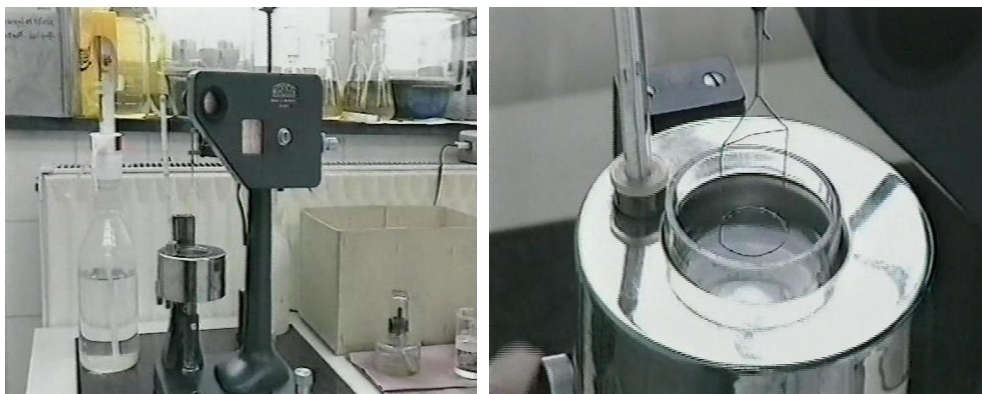
obr. 6: Znáznorňuje měření bodu vzplanutí oleje

Bod tuhnutí:

- je teplota, při níž olej právě přestává téci
- bod tuhnutí by měl být nižší než 45°C
- viskozita za chladu má být nejvýše 1800mm²/s při -30°C
- měření bodu tuhnutí se provádí v chladicí lázni při definovaném postupu poklesu teplot

Povrchové napětí:

- je síla, kterou je třeba vynaložit k odtržení platinového kroužku z mezifázového rozhraní oleje a vody
- povrchové napětí je dáno čistotou oleje a kvalitou jeho rafinace
- během provozu klesá se stářím oleje
- u nového oleje by mělo být povrchové napětí vyšší než $40 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$



obr. 7: Znárodnuje měření povrchového napětí oleje

Elektrická pevnost:

- je nejdůležitější kritérium pro elektroizolační schopnost oleje
- snižuje se vlivem obsahu vody, oxidací a drobnými nečistotami
- elektrická pevnost oleje by měla být co nejvyšší

Při zkoušce oleje na průraznou pevnost jde o poměr průrazného napětí k nejmenší vzdálenosti elektrod. Jiskřiště (odpovídající ČSN 346432) má kuličky průměru 20 mm, vyrobené z mosazi nebo bronzu. Předepsaný doskok 3,0 mm se kontroluje toleranční měrkou s přesností $\pm 0,03$ mm.



obr. 8: Znáznorňuje nádobu naplněnou olejem připravenou k měření elektrické pevnosti

Ztrátový činitel tgδ:

- u ideální látky je nulový
- u nového oleje musí být menší než $5 \cdot 10^{-3}$
- nečistoty a voda zvyšují tgδ, izolační schopnost oleje se zmenšuje

Obsah vody:

- v závislosti na teplotě a chemickém složení jsou oleje schopny vstřebat různé množství vody
- obsah vody v oleji by měl být co nejnižší
- v čerstvém oleji musí být obsah vody menší než 40ppm
- proto se olej před prvním použitím suší, aby obsah vody byl minimální
- měří se chlorimetricky Fisherovou metodou

Tvorba kyselin:

- vznikají oxidací kyslíkem, ty napadají izolační papír v transformátoru
- posléze vznikají degradační produkty a voda
- kyseliny mohou oslabit izolační schopnost transformátoru
- překročí-li množství vody kritickou mez, může dojít k akutnímu nebezpečí průrazu
- číslo kyselosti by mělo být menší než 0,03mg KOH/g
- číslo kyselosti se vyjadřuje jako množství hydroxidu draselného na 1g oleje nutné k neutralizaci kyselin v oleji rozpuštěných

3.5 Stárnutí transformátorového oleje

Za stárnutí transformátorového oleje lze považovat pochody, které vedou ke změně fyzikálních, chemických nebo elektrických vlastností, jež způsobí zmenšení izolačních schopností transformátoru. Provozní bezpečnost se zmenšuje především z těchto důvodů:

- Zhoršení chlazení následkem usazování stárnutím vzniklého kalu v olejových kanálcích a na vinutí.
- Zmenšením mechanické pevnosti celulózových izolantů následkem jejich napadení stárnutím vzniklých kyselin.
- Zmenšením elektrické pevnosti oleje a izolační soustavy olej-papír vlivem produktů stárnutí, především vody.

3.5.1 Vlivy způsobující stárnutí oleje

- působení kyslíku, tepla, katalyzátorů a vody
- účinek tepelné energie, elektrického pole a elektrických výbojů
- účinek kyselin
- vliv rovnoměrnosti zatížení, úroveň zatížení, chvění a účinnost chlazení

Stárnutí lze rozdělit na:

- oxidační
- tepelné
- vlivem cizích příměsí

3.5.1.1 Oxidační stárnutí transformátorového oleje

Oxidačním stárnutím vznikají kyslíkaté organické látky (alkoholy, estery, aldehydy, ketony, kyseliny aj.), které se rozpouští v oleji. Jako vedlejší produkty vznikají oxid uhličitý a reakční voda. Ty zhoršují elektrické vlastnosti oleje, organické kyseliny rozpouštějí kovové materiály.

To zapříčiní vznik makromolekulárních látek, které jsou v první fázi v oleji rozpustné. Tím se zvětší viskozita a hustota izolačního oleje, způsobí změnu barvy a zhoršení elektrických vlastností.

Dalším stádiem je vznik kalů, které jsou v oleji nerozpustné. Vylučování kalu vede k nevratnému poškození elektroizolačního systému olej – papír. Negativní vliv kalu se projeví v jeho katalytických účincích při oxidačním stárnutí oleje a v jeho hydrofilních účincích (sediment kalu). Jako vedlejší produkt u polykondenzačních reakcí vzniká reakční voda.

3.5.1.2 Kaly

Kaly jsou tvořeny malými pevnými částicemi, na které se vážou polární uhlovodíky, dále mýdly vyšších mastných kyselin a zoxidovanými aromatickými uhlovodíky ve formě asfalténů a asfaltogenních kyselin.

- **Mastné kyseliny** a jiné kyslíkaté látky vznikají oxidací uhlovodíků, reakcí peroxidů s tvořenými radikály nebo katalytickým působením kovů a vody na volné radikály.
- **Mýdla** vznikají působením mastných kyselin, pevných částic a vody.

- **Asfaltény** vznikají oxidací aromatických a aromaticko-cyklanických uhlovodíků. Spolu s aromatickým podílem snadno vážou vodu. Pevné částice vznikají chvěním a stárnutím pevných částí, zejména celulózy.

Kaly způsobují zahřívání částí a tím dochází k dalším polymeračním reakcím. Kaly jsou tak přeměňovány na částečně polymerovaný gel, který již není v oleji rozpustný ani při vyšší teplotě. [4]

Účinky kalů

- jako katalyzátory stárnutí oleje
- ucpávají chladicí kanály mezi vinutími
- kaly na povrchu vinutí houstnou, až zcela zabrání proudění oleje a předávání tepla z povrchu vinutí do oleje
- dochází k urychlenému stárnutí papírové izolace vodičů (při zvýšení teploty papíru o 8 °C se jeho životnost zkracuje o 50 % - Montsingerovo pravidlo)
- může dojít ke vzniku závitového zkratu nebo elektrickému přeskočení mezi živými částmi transformátoru

3.6 Složení transformátorového oleje

Transformátorový olej se skládá z:

- parafínu
- naftenu
- aromatických sloučenin

Tyto typy uhlovodíků se zjišťují pomocí infračervené spektroskopie.

3.7 Druhy izolačních transformátorových olejů

- inhibované izolační transformátorové oleje
- neinhibované izolační transformátorové oleje

3.7.1 Inhibované izolační transformátorové oleje

Inhibované izolační transformátorové oleje mají vynikající elektroizolační vlastnosti. Poskytují vysoké průrazné napětí, nízkou dielektrickou ztrátu a dokonalou odolnost proti oxidaci. Zabezpečují dlouhodobý a bezporuchový provoz elektrických zařízení. Jsou vhodné pro izolační a ochlazující účely ve vysokovýkonných transformátorech. Nezpůsobují korozi a je možno tyto oleje regenerovat.

3.7.2 Neinhibované izolační transformátorové oleje

Neinhibované izolační transformátorové oleje mají výborné elektroizolační vlastnosti a dobře odvádí teplo. Zabezpečují dobrou stálost, nízkou viskozitu za studena a nízký bod tuhnutí. Tyto oleje poskytují vysoké průrazné napětí, nízkou dielektrickou ztrátu a vynikající vlastnosti pro provoz elektrických zařízení. Nezpůsobují korozi, jsou vhodné pro nízko a středně výkonné transformátory. Nedají se regenerovat.

3.7.2.1 Čištění a filtrace inhibovaných olejů

- odstranění vody z transformátorového oleje, pevných nečistot plynů
- tím se dosáhne zlepšení některých vlastností na požadovanou hodnotu
- je to efektivní preventivní metoda na údržbu transformátoru

3.8 Techniky rafinace

- výchozí rafinace se skládá např. z 40 % parafinů, 40 % naftenů, 20 % aromatických sloučenin
- mezi 20 % aromatických sloučenin se nachází 10 % zvláště neaktivních aromátů, které je nutno odstranit
- to se provádí pomocí hydrogenace nebo selektivní rafinace

3.8.1 Hydrogenace

Hydrogenace je částečná přeměna aromatických látek na nenasycené naftenové látky.

výhody:

- je levná
- může být opakovaně použita u velkých množství
- nevzniká žádný odpad

nevýhody:

- během procesu vznikají velmi nestabilní sloučeniny, proto je nutno v mnoha případech při hydrogenaci přidávat inhibitory, které se časem spotřebovávají

3.8.2 Selektivní rafinace

Spočívá v odstranění nežádoucích sloučenin pomocí selektivních rozpouštědel, kyseliny sírové a bělicí hlínky.

nevýhody:

- obtížný postup
- vzniká odpad

výhody:

- vzniká vysoce výkonný olej se zvýšenou odolností proti stárnutí

postup:

- použitím selektivních rozpouštědel a kyseliny sírové se nežádoucí aromáty a polární heterocykly buď vyextrahují, nebo se sulfonují.
- louhem se kyselý olej zneutralizuje
- nakonec se vyfiltruje bělicí hlinkou a zfiltruje

Selektivní rafinace se provádí v rafineriích, kde je tento postup řízen a kontrolován odborníky.

3.9 Regenerace transformátorových olejů

Transformátorový olej postupně stárne, až dosáhne stupně degradace, kdy je třeba olej vyměnit, jinak hrozí havárie transformátoru. Neinhibované oleje mají životnost osm až deset let, inhibované mají životnost patnáct až dvacet let. Stárne jen 3 až 5 % objemu oleje a zbylá část zůstává beze změny. Změna i tak malé části má rozhodující vliv na jakostní parametry transformátorového oleje.

Dojde-li k zjištění, že olej již neplní dostatečně svou izolační funkci, je třeba olej vyměnit, nebo zregenerovat, což je ekologičtější a ekonomičtější. V současné době se pro regeneraci olejů používá minerál zvaný Fullerova hlinka, jehož vysoká adsorpční schopnost umožňuje oddělit nečistoty a produkty stárnutí od molekul oleje a tím navrátit olejům jejich původní vlastnosti.

Nejefektivnější metodou regenerace je na místě instalace transformátoru, při ponechání olejové náplně ve vinutí transformátoru. To je možné u mobilních regeneračních zařízení.

Regenerace transformátorových olejů v zařízeních s možností opakované reaktivace sorpčního materiálu představuje progresivní technologii ošetřování provozně znehodnocených olejových náplní ve výkonových transformátorech.

výhody:

- prodloužení životnosti transformátoru
- finanční úspora ve srovnání s výměnou oleje a dalšími manipulačními náklady
- omezení problémů spojených s přepravou a likvidací použitého transformátorového oleje
- transformátor je při regeneraci oleje i vyčištěn
- parametry regenerovaných olejů ve srovnání s novými jsou na stejné úrovni a v praxi je dokonce velice často předčí



obr. 9: Znáznorňuje regenerační stanici při regeneraci transformátorového oleje

Při provádění regeneraci se z transformátoru současně odstraňují pevné částice, vzniklé zejména provozním opotřebením, chemickým a tepelným rozkladem pevných izolací, ale i drobné částice rzi a suspendované kaly. Tyto kaly jsou poměrně dobře rozpustné v novém nebo čerstvě regenerovaném oleji již od teploty 40 °C. Jedná se o proces v literatuře označovaný jako "desludging", což je intenzivní oplachování vinutí olejem s výkonem až 30 t/h při teplotě až 80 °C. Již po prvním oběhu je vhodné přerušovaně provádět "desludging" s intenzivním oplachováním vinutí stroje.

Při regeneraci oleje v nádobě transformátoru se regenerovaný olej míchá s původní náplní a je zapotřebí několik oběhů olejové náplně regenerační stanicí. Cykly se opakují tak dlouho, dokud náplň nezíská vyhovující parametry (zpravidla po třech nebo čtyřech obězích, někdy ovšem je potřebných až 10 oběhů).

Pro dosažení vyšší životnosti oleje se do oleje po regeneraci doplňuje inhibitor DtBPC na obsah cca 0,35 % hmotnostních. Stanice typu BF doplňují inhibitor optimalizovaným procesem aditivace.



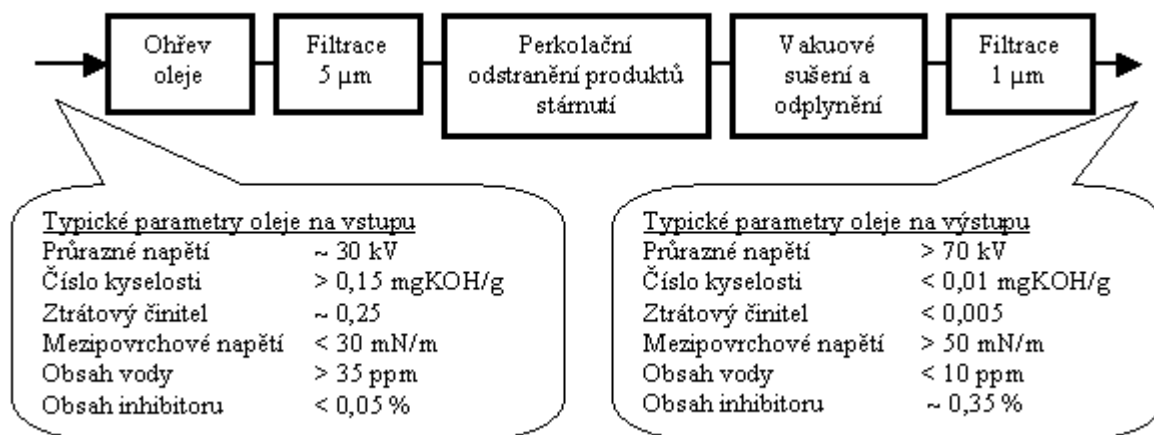
obr. 10: Ukazuje, jak se postupně mění zbarvení zregenerovaného transformátorového oleje

3.9.1 Postup regenerace transformátorového oleje

Olej určený k regeneraci je pomocí sacího čerpadla veden do ohříváče, kde je ohříván na teplotu 75 °C potřebnou pro vlastní regenerační proces. Pevné částice větší než 5 mikrometrů jsou zachyceny na filtru, odkud již olej proudí do sorpčních kolon - perkolátorů. Při průchodu paralelními kolonami dochází v oleji k fyzikálně - chemickým procesům, při nichž se z něj odstraňují produkty stárnutí (organické kyseliny, aldehydy, ketony a mýdla, polymery nenasycených uhlovodíků, ... atd.). Pro tento proces fyzikálně - chemického čištění se používá porézní materiál (např. Fullerská hlínka) s vnitřním aktivním povrchem cca 300 m²/g. Pro dosažení úplného regeneračního efektu je potřebná doba styku regenerovaného oleje s aktivním materiálem 30 - 40 minut. Z perkolátorů přichází olej do vakuové komory, kde se vysuší a odplyní. Vakuový separátor představuje poslední technologický článek regeneračního postupu, jemuž je procházející olej podroben. Čistý regenerát pak pomocí výtlačného čerpadla opouští zařízení, přičemž ještě prochází filtrem 1 μm pro dosažení vyšší čistoty.

Sorpční kolona je schopna zregenerovat v jednom cyklu až desetinásobné množství oleje vzhledem k hmotnosti náplně. Při překročení sorpční kapacity již dochází jen k malému zlepšení kvality procházejícího oleje.

V tomto okamžiku se zpravidla zastaví přísun vstupujícího oleje. V hlince zůstává olej v množství odpovídajícím asi 60 % hmotnosti hlínky. Tento postup je dostatečně znám již desítky let s tím, že olejem nasycenou hlinku provozovatelé likvidovali ve spalovnách. Zásadní průlom v rozsahu použití regenerační technologie nastal až s uplatněním principu opakované reaktivace sorpčního materiálu, čímž se otevřely nové možnosti, zejména v regenerování olejových náplní přímo v nádobě transformátoru.



obr. 11: Znázorňuje postup regenerace oleje s typickými parametry na vstupu a na výstupu

Pro znovunabytí regeneračních vlastností je nutno sorpční kolony reaktivovat. Tento proces je zahájen vysoušením náplní perkolátorů horkým vzduchem z dmýchadla, přičemž se plní zásobník s dále použitelným olejem. Potom je v koloně spuštěna termochemická reakce s dobou trvání cca 5 hodin, při níž jsou z hlínky vytěsněny zachycené látky. V dalších 8 hodinách se perkolátory chladí

procházejícím vzduchem. Reaktivovaný sorpční materiál dosahuje srovnatelné účinnosti s materiálem novým a reaktivační cyklus je možné aplikovat opakovaně zhruba po dobu jednoho roku bez výměny náplně (prakticky až do mechanické degradace zrn hlínky a snížení kapacity pod 70 %).

Celý postup regenerace oleje i reaktivace je řízen automaticky, je optimalizován podle řady ukazatelů (množství oleje, stupeň znečištění, hodnoty parametrů z průběžně získaných vzorků, režim, ...atd.) a je provázen velice nízkou produkcí odpadního nezregenerovatelného oleje v celkovém množství do 2 % z celkového zpracovávaného množství. [2]

4 Průzkum trhu transformátorových olejů

V této části bakalářské práce se věnuji průzkumu trhu transformátorových olejů. Zabývám se výrobci transformátorových olejů, dodavateli, prodejci a prodejními cenami jednotlivých typů transformátorových olejů. Nakonec jsem provedl cenově parametrické srovnání typových transformátorových olejů.

4.1 Výrobci transformátorových olejů

Zde jsou přehledně uvedeni v tabulce, jak tuzemští, tak i zahraniční výrobci transformátorových olejů. Dále se zde nacházejí odkazy na jejich internetové stránky, e-maily a země původu. Prázdná kolonka u e-mailu znamená, že kontaktní formulář je přímo na internetových stránkách firmy. Dával jsem přednost kontaktním údajům v České republice, máji-li zahraniční výrobci zde svá zastoupení.

	VÝROBCI	INTERNETOVÉ DRESY	E-mail	ZEMĚ PŮVODU
1.	AGIP/ENI	www.agip.cz	info@agip.cz	I
2.	BP	www.bp-czech.cz	nfo.cz@bp.com	GB
3.	ESSO	www.esso.com		USA
4.	SUN OIL COMPANY (EXEL)	www.sunoco.cz	obchod@sunoco.cz	USA
5.	FUCHS	www.fuchs-oil.cz	fuchs.ostrava (at) fuchs-oil.cz	D
6.	MOBIL	www.mobil.com		USA
7.	MOGUL	www.mogul.sk	mogul@mogul.sk	SK
8.	MOL	www.mol.hu		H
9.	NYNAS	www.nynas.com	info@nynas.com	SWE
10.	ORLEN OIL	www.orlenoil.cz	orlenoil@orlenoil.cz	PL
11.	PARAMO	www.paramo.cz	paramo@paramo.cz	CZ
12.	SHELL	www.shell.cz	oleje@shell.com	NL/GB

tab. 1: Výrobci transformátorových olejů

4.1.1 Jednotliví zahraniční a tuzemští výrobci transformátorových olejů:

Vybral jsem deset významných výrobců transformátorových olejů. Mou snahou bylo, ve zkratce představit jednotlivé výrobce, resp. čím se zabývají, jejich historie, produkty a kontakty.

Výrobci, jako FUCHS, BP atd. mají zde v ČR svá zastoupení, proto jsem dal přednost kontaktům na jejich pobočky zde v České republice, případně na Evropské pobočky viz MOBIL. Jedná se o tyto výrobce transformátorových olejů:

- NYNAS
- SUN OIL COMPANY
- ORLEN OIL

- BP (British Petroleum)
- FUCHS
- PARAMO
- MOL
- SHELL
- MOGUL
- MOBIL

4.1.1 NYNAS



Logo firmy:

Info:

Byla založena roku 1928 Axel Axelsson Johnsonem, postavením první rafinérie v Nynäshamn. Nynas AB sídlí ve Švédsku, je mateřskou společností mezinárodní skupiny specializující se na výrobu a prodej naftových produktů, včetně technických služeb a aplikační know-how. Produkce je převážně založena na těžké surové naftě, která je dále přepracovaná k tomu, aby vyprodukovala asfalt a speciální naftenové oleje. Nynas založil síť prodejen pro prodej asfaltu, převážně v Evropě a prodejny s oleji po celém světě. Nynas má čtyři vlastní rafinérie, dvě ve Švédsku a dvě v Anglii. Skrze propojení s ostatními naftovými výrobci Nynas ovládá zásobovací místa v Belgii, Německu, Finsku, US a Curaçau.

Produkty:

Nynas produkty se vyznačují celosvětovou kvalitou. Jsou celosvětovými lídry prémiových speciálních naftenových olejů a jeden z vedoucích evropských dodavatelů kvalitního asfaltu. Produkují také námořní a speciální paliva.

- horký mix asfalt (HMA):

Je vysoce všestranný pevný stavební materiál umožňující široké spektrum aplikací a použití.

- základní oleje:
 - hydraulické
 - turbínové
 - průmyslové
 - transformátorové oleje

- tichý asfalt:

Ve spolupráci s Nynas stavební podnik Skanska vyvinul asfaltový povrch, který redukuje hladinu hluku o polovinu. Tichý asfalt byl odměněn Švédskou cenou.

- dále nabízí různé aplikační procesy

Kontakt:

Adresa:

P.O. Box 10700, Lindetorpsvägen 7,
SE 121 29 Stockholm Sweden

Telefon: +46-8-602 12 00

Fax: +46-8-91 34 27

Internetové stránky: www.nynas.com

E-mail: info@nynas.com

4.1.2 SUN OIL COMPANY



Logo firmy:

Info:

SUN byl založen v roce 1880 ve Philadelphii v USA. Zabývá se hledáním a těžbou ropy, plynu, zpracováním surové ropy, odbytem ropných výrobků, stejně tak dopravou surové ropy a hotových výrobků. Je to velká, kosmopolitní a stále expandující společnost. Obchodní značka SUNOCO je světově registrovanou a chráněnou značkou plně patřící SUN OIL COMPANY.

Zahraniční činnost zahájila SUN OIL COMPANY před 80. lety. Dnes jsou výrobky SUN prodávány prostřednictvím sítě obchodních společností ve 41 státech světa.

Prodejní politika SUN OIL COMPANY spočívá v tom, že vyrábí vysoce hodnotné produkty. Každý jednotlivý výrobek se značkou SUNOCO je výsledkem intenzivní výzkumné a vývojové činnosti vysoce kvalifikovaných a zkušených chemiků jak v centrále ve Philadelphii, tak i na specializovaných pracovištích v Belgii, Velké Británii, Holandsku, Švýcarsku, Japonsku a Kanadě. Veškerá výroba podléhá četným testům a do prodeje se výrobky dostávají až po pečlivých zkouškách v laboratořích. SUN OIL Co. je držitelem značek kvality Lloyd i ISO 9000.

Produkty:

Z rafinerií v USA dodává špičkovou paletu mazacích látek pro automobily a užitková vozidla, průmyslové oleje, speciální oleje a petrochemické výrobky všeho druhu. Výroba běží i v sesterských výrobních podnicích v Evropě a Asii. SUN OIL COMPANY je dále činná v těžbě uhlí, ve stavbě lodí a při zhodnocování olejových odpadů.

V některých druzích výrobků je SUN OIL Co. největším světovým výrobcem. Týká se to například technologických olejů na zpracování gumy (40% světové produkce), chladírenských olejů (38% světové produkce). Základové oleje pro výrobu maziv SUN OIL dodává téměř všem významným výrobcům.

Kontakt:

České zastoupení značky SUNOCO - TRANSA, s.r.o.

Adresa: Strojírenská 4/7 Jihlava 586 01 Czech Republic

E-mail: obchod@sunoco.cz

Telefon: +420 567 310 282

Fax: +420 567 310 282

Internetové stránky: <http://www.sunoco.cz>

4.1.3 ORLEN OIL



Logo firmy:

Info:

Společnost ORLEN OIL (dříve Perto-olej) byla založena v roce 1998 jako společný podnik významnějších polských výrobců mazadel Petrochemia Płock, Rafineria Trzebinia, Rafineria Czechowice a Rafineria Jedlicze. ORLEN OIL je členem velké skupiny Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A.

Cíle firmy:

Cílem firmy ORLEN OIL je vytvořit vedoucí postavení na východě a sjednotit evropské trhy maziv, nabídnout zákazníkům z těchto oblastí co nejširší výběr sortimentů s nejvíce výhodným poměrem kvalita/cena. Klíčový cíl společnosti je uspokojit zákazníky, udržet vysokou kvalitu nabídnutých produktů a služeb. To vyplývá z rozvojových investic, spolupracích s různými výzkumnými a vývojovými centry.

Kvůli stálému monitorování potřeb a přístupu k nejnovějším technologiím, je ORLEN OIL zodpovědný a spolehlivý partner. Také věnuje zvláštní pozornost životnímu prostředí.

Produkty:

Společnost ORLEN OIL se zabývá výrobou a distribucí maziv té nejvyšší třídy pro průmysl a motorismus. O kvalitě produktů ORLEN OIL svědčí doporučení světových výrobců vozidel (včetně Mercedes-Benz, Volkswagen, Volvo, BMW, MAN, Porsche) a pracovních strojů (Flender, Denison, Siemens).

- oleje pro automobilový průmysl

- průmyslové oleje

Kontakt:

České zastoupení značky ORLEN OIL

ORLEN OIL CESCO S.R.O.

Adresa:

Pražská 674/156, 642 00 Brno - Bosonohy,

Telefon: +420 543 254 699

Fax: +420 543 254 701

E-mail: orlenoil@orlenoil.cz

Internetová stránka: www.orlenoil.cz

4.1.4 BP



Logo firmy:

(British Petroleum)

Info:

Firma BP se skládá z pěti společností - BP, Amoco, ARCO, Castrol a Aral, z nichž každá se pyšní svými vlastními dějinami. Tyto dějiny se často navzájem prolínají, a tak je jejich sloučení jen logickým vyústěním.

Počátky BP sahají do května 1901. V roce 1909 vznikla ropná společnost, jejímž úkolem bylo vybudovat ropné pole. Později byla tato společnost přejmenována na British Petroleum. Nakonec byl název zkrácen na BP. V celé své historii BP uskutečnila řadu významných nálezů, například objevení ropných polí v Severním moři poblíž Skotska nebo v Prudhoe Bay na Aljašce.

BP je jedním z největších ropných a petrochemických koncernů na světě. V současnosti je také nejdynamičtější se rozvíjející petrolejářskou společností, o čemž svědčí získání rozhodujícího podílu na významných světových trzích.

Jejími nejdůležitějšími aktivitami jsou těžba, zpracování ropy a zemního plynu a jejich následný prodej, zásobování a rozvoz. BP vlastní nebo je spoluvlastníkem 24 ropných rafinérií: 5 je v USA, 13 v Evropě a 6 v ostatních částech světa a má přístup k dalším 5 ruským rafinériím. Denně vyprodukuje více než tři miliony barelů ropy a ekvivalentních produktů, každý den prodá přes šest milionů barelů rafinovaných produktů. BP zaujímá významné postavení v oblasti maloobchodního prodeje díky síti přibližně 29 tisíc čerpacích stanic, rozmístěných na všech šesti kontinentech - v USA 15 000, 14 200 v ostatních částech světa. Přes 70 % jejich zisků je vytvořeno v Evropě a Spojených státech amerických.

Produkty:

BP je významným producentem ropy a zemního plynu v Severním moři, Mexickém zálivu, Texasu či na Aljašce. BP zároveň patří mezi hlavní dodavatele LPG (propan-butanu) – víceúčelové a

ekologicky nezávadné pohonné látky. Dalšími významnými aktivitami jsou výroba a prodej petrochemických výrobků, plastů a speciálních produktů. BP prodává oleje a maziva, které jsou určeny dopravním a stavebním společnostem, energetickým, průmyslovým i zemědělským podnikům, elektrárnám a dalším. Rychle se rozvíjejí její aktivity v oblastech plynu a energie. Nově se rozvinuly aktivity v oblasti solární energie - společnost BP je v současné době největším producentem solárních systémů na světě.

Kontakt:

České zastoupení značky BP
BP ČR, s.r.o.

Adresa:

V Parku 2294/2
148 00 Praha 4
IČO: 25145606, DIČ: CZ25145606

Telefon: +420 296 770 555

Fax: +420 296 770 302

E-mail: info.cz@bp.com

Internetová stránka: <http://www.bp-czech.cz>

4.1.5 FUCHS



Logo firmy:

Info:

Firma byla založena v roce 1931 Rudolfem Fuchsem v Mannheimu. Původně se zabývala prodejem importovaných amerických olejů pod značkou Penna Pura. Zaměřovala se zejména na obchod s motorovými oleji. V roce 1936 zahájila vlastní zpracování olejů, otevřením první filiálky v Mnichově.

Koncern FUCHS dnes patří se svými asi 4 200 zaměstnanci v 75 společnostech k největším nezávislým olejářským společnostem na světě.

Ve všech oblastech činnosti - od vývoje produktu, přes materiálové hospodářství a výrobu až po služby zákazníkům - se systém řízení kvality certifikovaný dle DIN ISO 9001 stará o bezchybné zajištění kvality na všech stupních a na nejvyšší úrovni.

Produkty:

Společnost FUCHS nabízí široký sortiment produktů pro různá využití. Výrobní sortiment obsahuje vysoce hodnotná maziva pro nejširší oblasti použití, od průmyslové po automobilovou, od stavebnictví až po zemědělství. Filozofie kvality se promítá do všech vysoce výkonných produktů se značkou FUCHS. Důkazem toho je i fakt, že automobilka ŠKODA plní do nových vozů oleje značky FUCHS. Produkty společnosti FUCHS mají nejvyšší kvalitu.

Kontakt:

České zastoupení značky:

Firma FUCHS má zastoupení ve třech městech v ČR, v Praze, Brně a Ostravě.

Adresa:

Frýdecká 717/347 Ostrava - Kunčice Česká republika 719 00

Telefon: +420 596 131 851

Fax: +420 596 131 371

E-mail: fuchs.ostrava (at) fuchs-oil.cz

Internetová stránka: www.fuchs-oil.cz

GPS:

49.794630, 18.289052

49° 47' 40.67", 18° 17' 20.59"

4.1.6 PARAMO



Info:

Historie pardubické rafinerie se začala psát kdysi dávno ve Vídni, kde David Fanto ve svém krámku prodával petrolej na litry. Nevedl si špatně, a proto se rozhodl zřídit vlastní závod na destilaci a následnou rafinaci petroleje z ropy. V roce 1907 změnil David Fanto podnik v akciovou společnost a sám se stal jejím komerčním radou.

Dnes je Paramo součástí Unipetrolu, přední české skupiny podnikající v oblasti zpracování ropy a petrochemické výroby, patří i do rodiny nadnárodního uskupení PKN Orlen. Paramo je stoprocentním vlastníkem společnosti s ručením omezeným Mogul Slovakia, která se zabývá nákupem a prodejem olejů a maziv.

Produkty:

Společnost Paramo se zaměřuje na zpracování ropy na rafinérské a asfaltářské výrobky, na výrobu mazacích a procesních olejů, včetně výrobků navazujících a pomocných. Firma rovněž

nakupuje, zpracovává olejové hydrogenáty a hydrokrakáty z firmy Unipetrol RPA. Získané meziprodukty využívá při výrobě základových a mazacích olejů s velmi nízkým obsahem síry.

- motorová paliva
- zkapalněné ropné plyny
- topné oleje
- asfalty a asfaltové výrobky
- mazací oleje
- plastická maziva
- parafíny
- gače (parafínové gače jsou homogenní plastické až tuhé hmoty, tmavě žluté až hnědé barvy, slabého specifického zápachu)

Kontakt:

Firma Paramo má dvě zastoupení v Pardubicích a Kolíně.

Adresa:

Přerovská 560
530 06 Pardubice

Telefon: 466 810 111

Fax: 466 335 019

E-mail: paramo@paramo.cz

Internetová stránka: www.paramo.cz

4.1.7 MOL



Logo firmy:

Info:

Maďarská společnost MOL vznikla v roce 1991 sloučením 9 nezávislých společností. MOL byla první zprivatizována olejová a plynárenská společnost ve Střední Evropě.

V roce 1995 MOL otevřela první čerpací stanice v cizině v Sedmihradsku, Rumunsku. V roce 1999 se rozhodla MOL vyměnit své mnohostranné aktivity za několik úzce specializovaných aktivit a zaměřila se na expanzi. Poslední úspěšnou akcí MOL v rámci její strategické tržní expanze byl v červenci 2003 nákup 25 % akcií chorvatské rafinerie INA za 505 milionů USD. Skupina MOL, jejíž součástí je i Slovnaft, tak získala vůdčí postavení na energetickém trhu v této oblasti a přímý přístup do finančně přitažlivých balkánských zemí.

V posledních letech, se stala skupina MOL vedoucím hráčem v CEE regionu (oblast střední a východní Evropy).

Produkty:

Produkce surové nafty, zemního plynu a plynových produktů. Rafinace, doprava, skladování a distribuce surových naftových produktů, velkoobchod i maloobchod.

- pohonné hmoty
- energetické produkty
- asfaltové produkty
- chemikálie (základní oleje, parafín, speciální paliva...)
- maziva (průmyslové oleje...)

Kontakt:

Adresa:

H-1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 18.

Telefon: +36 1 209-0000

Fax: (+36) 1/88-77-660

E-mail: na internetových stránkách společnosti se nachází kontaktní formulář

Internetová stránka: www.mol.hu

4.1.8 SHELL



Logo firmy:

Info:

Vznik společnosti je oficiálně uváděn v roce 1907. Během následujících dvanácti měsíců došlo pod vedením Henri Deterdinga k vzniku nadnárodní firmy, která úspěšně konkurovala tehdejší téměř monopolní firmě Standard Oil. Skupina Shell zásadně rozšířila své podnikání prakticky po celém světě.

Royal Dutch Shell, zkráceně označovaná jen Shell, je mezinárodní britsko-nizozemská globální petrolejářská akciová společnost s obchodními aktivitami ve více jak 140 zemích světa. Shell je největší soukromá petro společnost v Evropě a druhá největší na světě (měřeno dle celkových tržeb). Hlavní ústředí s daňovou registrací je v Nizozemsku ve městě Haag. Oficiální registrační adresa společnosti je ve Velké Británii v Londýně. 11. prosince 2009 získala Shell spolu s malajsijskou korporací Petronas významnou smlouvu na těžbu ropy v rozsáhlém iráckém poli Madžnún. Koncem

20-tých let byl Shell vedoucí firmou dodávající 11 % globální poptávky ropy a vlastnil 10 % z globální tonážní kapacity všech tankerů.

Produkty:

Hlavními obchodními aktivitami jsou vyhledávání, těžba, přeprava, marketing uhlovodíků (ropa a zemní plyn), výroba energií, výroba chemických a petrochemických produktů.

Shell má pět hlavních oborů činnosti:

- vyhledávání a těžba
- plyn a energie
- rafinérie a marketing
- chemie (chemický průmysl Shellu produkuje jednu třetinu celosvětového zisku Shellu)
- obchod/transport

Kontakt:

České zastoupení značky:

Adresa:

Shell Czech Republic a.s.
Antala Staška 2027/79
14000 Praha 4, Krč

Telefon: 244 025 111

Fax: 244 025 898

E-mail: oleje@shell.com

Internetová stránka: www.shell.cz

4.1.9 MOGUL

Logo firmy:



Info:

MOGUL SLOVAKIA, s. r. o. byla založena v roce 1997 českou rafinérskou společností KORAMO, a. s. se sídlem v Kolíne, výrobcem olejů a plastických maziv zn. MOGUL. Hlavním posláním společnosti byl dovoz, distribuce a prodej zn. MOGUL ve Slovenské republice. V roce 2003, po fúzi rafinérských společností PARAMO, a.s. a KORAMO, a.s. se 100% vlastníkem společnosti MOGUL SLOVAKIA, s.r.o. stává PARAMO, a.s. se sídlem v Pardubicích, člen skupiny UNIPETROL. Díky uvedeným skutečnostem nabízí společnost MOGUL SLOVAKIA, s.r.o. se svým obchodním partnerem široký sortiment produktů značky MOGUL a PARAMO.

Produkty:

- asfaltové výrobky
- asfalty
- oleje
- ostatní výrobky
 - butan
 - LPG
 - parafíny a Gače
- paliva
- plastická maziva

Kontakt:

Mogul má dvě distribuční místa na Slovensku a to v Hradišti pod Vrátnem a v Lučenci.

Adresa:

U ihriska 300,
906 12, Hradište pod Vrátnom

Telefon: 034 6581 202



Fax: 034 6581 401

Mobil: 0907 789 785

E-mail: mogul@mogul.sk

Internetová stránka: www.mogul.sk

4.1.10 MOBIL

Logo firmy:  , která je obchodní značkou společnosti 

Info:

Počátky historie firmy sahají do roku 1859, kdy plukovník Edwin Drake a Uncle Billy Smith vrtají první úspěšný ropný vrt v Titusville, Pensylvánii.

Mobil je stejně jako firma Esso a Exxon značkou ExxonMobil, která je největší světovou obchodní mezinárodní společností s oleji a plynem. Firma obchoduje se svými produkty po celém světě. Je lídrem téměř v každém energetickém a petrochemickém průmyslu. ExxonMobil je inovativní společností, používá vědu a inovace k tomu, aby našla lepší, bezpečnější a čistější způsoby jak doručovat energii po celém světě. ExxonMobil má po celém světě 37 rafinérií. Za posledních pět let ExxonMobil investoval víc než \$5 miliard do nových technologií. Společnost operuje ve 23 zemích.

Produkty:

ExxonMobil je zapojený do výroby, produkce surové nafty a zemního plynu, dopravy a prodeje surové nafty, zemního plynu a produktů z petroleje.

Kontakt:

Evropské zastoupení značky

Adresa:

ExxonMobil Chemical Europe
Hermeslaan 2
1831 Machelen, Belgium

Telefon: 32 2 722 21 11

Fax: 32 2 722 27 80

E-mail: na internetových stránkách společnosti se nachází kontaktní formulář

Internetová stránka: www.exxonmobil.com

4.2 Dodavatelé a prodejci transformátorových olejů

V této části jsem do tabulky sepsal všech 27 mnou nalezených dodavatelů a prodejců transformátorových olejů. V tabulce se nachází jejich internetové adresy a e-maily. Prázdná kolonka u e-mailu znamená, že kontaktní formulář je přímo na internetových stránkách firmy. Převážně se jedná o české firmy.

	DODAVATELÉ/ PRODEJCI	INTERNETOVÉ ADRESY	E-mail
1.	VASOIL	www.vasoil.cz	prodej@vkloziska.cz
2.	DIMENSOR	www.dimensor.cz	info@vasoil.cz
3.	ARKOV	www.zbozi.arkov.cz	arkov@arkov.cz
4.	LOŽISKA E-SHOP	www.loziska-eshop.cz	info@loziska-eshop.cz
5.	LED - JAPA OIL	www.led-japaoil.cz	led-japa@iol.cz
6.	HI-OIL	www.hi-oil.cz	hi-oil@hi-oil.cz
7.	MAZIVA PM s.r.o.	www.maziva-pm.cz	maziva-pm@seznam.cz
8.	ADOZ	eshop.adoz.cz	sales@adoz.cz
9.	ODBORNÍK	odbornik.wz.cz	odbornik@seznam.cz
10.	OLEJSHOP	www.olejshop.cz	obchod@olejshop.cz
11.	OKOIL	www.okoil.cz	okoil@okoil.cz
12.	ESHOP PARAMO	eshop.paramo.cz	prodejna@paramo.cz
13.	ANTONÍN KMOCH	www.kmoch.cz	auto@kmoch.cz
14.	PARAPETROL	www.parapetrol.sk	parapetrol@parapetrol.sk
15.	SILVATECH	www.silvatech-shop.cz	
16.	OLEJSERVIS	www.olejeservis.cz	info@olejeservis.cz
17.	E-SHOP ZDARMA	www.maziva.eshop-zdarma.cz	info@olejeservis.cz
18.	SLOVNAFT	www.slovnaft.sk	info@slovnaft.sk
19.	MOL	www.mol.hu	
20.	EBESO	www.ebeso.cz	ebeso@ebeso.cz

21.	LUBSTAR	www.lubstar.cz	objednavky@lubstar.cz
22.	TRITON OIL	www.tritonoil.rs	
23.	AZ AUTO	www.az-auto.com	jana.dvorakova@az-auto.com
24.	PER-OIL	www.prumysloveoleje.cz	
25.	HARKGROUP	www.harkgroup.cz	info@harkgroup.cz
26.	IVAN HRDLIČKA	www.hrdlicka-mc.cz	info@hrdlicka-mc.cz
27.	POSPA OIL	www.pospaoil.cz	pospisil.jirik@tiscali.cz

tab. 2: Dodavatelé/prodejci transformátorových olejů

4.3 Cenový průzkum transformátorových olejů

Mým záměrem bylo najít co nejvíce transformátorových olejů, výrobců, dodavatelů a prodejců. Bohužel u mnoha typů olejů chybí cena, protože na jejich internetových stránkách je často vyobrazen nabízený olej, ale bez ceny, resp. cena po domluvě. Prostřednictvím e-mailu jsem se pokoušel zjistit cenu přímo od prodejce, bohužel bez odezvy. Nechal jsem rozeslat poptávky na jednotlivé ceny olejů u firem, které se zabývají vyhledáváním přes internet, ale bez výsledku.

Katalogy obsahující informace k jednotlivým typům olejů se nacházejí na přiloženém DVD v přílohách.

Vyhledávání cen probíhalo postupně během cca dvou měsíců. Je třeba brát v úvahu, že ceny olejů se stále mění v závislosti na kurzu měny, probíhajících akcích a v důsledku množstevních slev. Z důvodu co největší aktuálnosti cen jsem provedl u nejlevnějších a nejméně výhodných nabídek dodatečný cenový průzkum. Dodatečná oprava cen proběhla dne 14.4. 2010. Ceny jsou uvedeny včetně DPH (20 %).

Pro větší přehlednost jsem ceny udával za jeden l/kg, kde platí, že čím větší balení, tím výhodnější koupě. Někteří prodejci udávali ceny v eurech, proto jsem provedl měnový průměr a dal euru průměrnou hodnotu dvacet pět korun českých za jedno euro. Ceny jsou udávány v korunách českých.

V tabulce se nachází 62 typů transformátorových olejů, 12 výrobců, 27 prodejců/dodavatelů a 32 nalezených cen.

Jednotliví dodavatelé a prodejci, jsou seřazeni od nejvýhodnější nabídky až po tu nejméně výhodnou. Na konec jsou zařazeni ti, u nichž jsem cenu transformátorového oleje nenalezl.

Název oleje	Internetové adresy dodavatele/prodejce	Výrobce	množství	Cena l/kg
MOGUL TRAF0 CZ	odbornik.wz.cz	MOGUL	40*10l	58,62
	eshop.paramo.cz	MOGUL		
	www.led-japaoil.cz	MOGUL		
	www.maziva-pm.cz	MOGUL		
MOGUL TRAF0 CZ-A	odbornik.wz.cz	MOGUL	40*10l	60,00
	eshop.adoz.cz	MOGUL	10l	74,50
	www.zbozi.arkov.cz	MOGUL	1l	77,00
	www.dimensor.cz	MOGUL	10l	78,80
	www.dimensor.cz	MOGUL	1l	81,00

	www.vasoil.cz	MOGUL	10l	85,50
	www.loziska-eshop.cz	MOGUL	10l	87,90
	www.loziska-eshop.cz	MOGUL	1l	90,00
	www.led-japaoil.cz	MOGUL		
	www.hi-oil.cz	MOGUL		
	www.maziva-pm.cz	MOGUL		
MOGUL TRAFOD	odbornik.wz.cz	MOGUL	40*10l	53,80
	www.silvatech-shop.cz	MOGUL	10l	74,00
	www.parapetrol.sk	MOGUL	170kg	75,20
	www.okoil.cz	MOGUL	10l	82,00
	www.led-japaoil.cz	MOGUL		
	www.maziva-pm.cz	MOGUL		
	www.hi-oil.cz	MOGUL		
PARAMO TRAFON	odbornik.wz.cz	PARAMO	40*10l	67,30
	www.olejshop.cz	PARAMO	180kg	76,90
	www.parapetrol.sk	PARAMO	42*10l	79,30
	eshop.paramo.cz	PARAMO	10l	80,10
	www.okoil.cz	PARAMO	10l	86,80
	www.kmoch.cz	PARAMO	10l	90,60
	eshop.paramo.cz	PARAMO	1l	92,00
	www.olejshop.cz	PARAMO	1l	96,00
	www.okoil.cz	PARAMO	1l	100,00
	www.kmoch.cz	PARAMO	1l	105,00
	www.led-japaoil.cz	PARAMO		
	www.hi-oil.cz	PARAMO		
	www.pospaoil.cz	PARAMO		
	www.maziva-pm.cz	PARAMO		
EXEL 3802	www.maziva.eshop-zdarma.cz	SUN OIL/EXEL	205l	52,60
	www.olejeservis.cz	SUN OIL/EXEL	205l	52,70
MIDEL 7131	www.olejeservis.cz	SUN OIL/EXEL	195kg	327,60
	maziva.eshop-zdarma.cz	SUN OIL/EXEL	195kg	344,40
MOL TO 40A	www.slovnaft.sk	MOL		
	www.mol.hu	MOL		
MOL TO 35K	www.mol.hu	MOL		
	www.slovnaft.sk	MOL		
MOL X-RAY 7	www.mol.hu	MOL		
	www.slovnaft.sk	MOL		
MOBILECT 35	www.ebeso.cz	MOBIL		
	www.led-japaoil.cz	MOBIL		
	www.lubstar.cz	MOBIL		
MOBILECT 44	www.ebeso.cz	MOBIL		
	www.lubstar.cz	MOBIL		

	www.led-japaoil.cz	MOBIL		
ITO 100	www.fuchs-oil.cz	FUCHS		
ITO E	www.fuchs-oil.cz	FUCHS		
RENOLIN ELTEC T	www.fuchs-oil.cz	FUCHS		
RENOLIN ELTEC	www.fuchs-oil.cz	FUCHS		
RENOLIN ELTEC TI	www.fuchs-oil.cz	FUCHS		
SHELL DIALA B	www.tritonoil.rs	SHELL		
	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
SHELL DIALA D	www.az-auto.com	SHELL	209l	106,60
	www.tritonoil.rs	SHELL		
	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
SHELL DIALA DX	www.az-auto.com	SHELL	209l	123,80
	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
	www.tritonoil.rs	SHELL		
SHELL DIALA G	www.tritonoil.rs	SHELL		
	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
SHELL DIALA GX	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
SHELL 4610	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
SHELL FLUID 4600	www.hrdlicka-mc.cz	SHELL		
AGIP ITE 320	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	200l	110,40
AGIP ITE 320 L	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	200l	134,40
	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	200l	106,80
	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	20l	108,00
AGIP ITE 360	www.buboil.cz	AGIP	180kg	108,00
AGIP ITE 360 L	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	200l	122,40
TECHNOL 4000 US	www.lubstar.cz	ESSO		
TECHNOL 2000	www.lubstar.cz	ESSO		
ENERGOL JS-A	www.vanoil.cz	BP		
ENERGOL JS-R	www.vanoil.cz	BP		
ENERGOL JSH-A	www.vanoil.cz	BP		
PDS_NYTRO_10XN_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_10XN	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_NYTRO_10XN	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_4000A	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_4000X	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_NYTRO_4000A	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_NYTRO_4000X	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Lynx_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_NYTRO_Lynx	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Gemini_X	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Lyra_X	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_NYTRO_Gemini_X	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_NYTRO_Lyra_X	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Bear_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Leo_I_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Leo_II_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Libra	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_NYTRO_Orion_I_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		

PDS_ NYTRO _Orion_II_ASTM	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_ NYTRO _Taurus	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Bear	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Leo_I	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Leo_II	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Libra	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Orion_I	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Orion_II	www.nynas.com	NYNAS		
SDS_ NYTRO _Taurus	www.nynas.com	NYNAS		
PDS_ NYTRO _11GBX_US	www.nynas.com	NYNAS		
ASTSDS_ NYTRO _11GBX_US	www.nynas.com	NYNAS		
ELEKTROIZOLAČNÍ OLEJ	www.harkgroup.cz	ORLEN OIL		

tab. 3: Mnou nalezené transformátorové oleje

4.3.2 Ceny jednotlivých typů olejů

V tabulce se nachází pouze oleje a prodejci, u nichž byla mnou nalezena alespoň jedna cena transformátorového oleje.

Dále v tabulce udávám průměrnou cenu, za kolik se dá jednotlivý typ oleje pořídit. Cena je udána v korunách českých.

Název oleje	Internetové adresy dodavatele/ prodejce	Množství	Cena za l/kg	Průměrná cena za l/kg
MOGUL TRAF0 CZ	odbornik.wz.cz	40*10l	58,6	58,60
MOGUL TRAF0 CZ-A	odbornik.wz.cz	40*10l	60	79,30
	eshop.adoz.cz	10l	74,5	
	www.zbozi.arkov.cz	1l	77	
	www.dimensor.cz	10l	78,8	
	www.dimensor.cz	1l	81	
	www.vasoil.cz	10l	85,5	
	www.loziska-eshop.cz	10l	87,9	
	www.loziska-eshop.cz	1l	90	
MOGUL TRAF0 D	odbornik.wz.cz	40*10l	53,8	71,30
	www.silvatech-shop.cz	10l	74	
	www.parapetrol.sk	170kg	75,20	
	www.okoil.cz	10l	82	
PARAMO TRAF0 N	odbornik.wz.cz	40*10l	67,3	87,40
	www.olejshop.cz	180kg	76,9	
	www.parapetrol.sk	42*10l	79,3	
	eshop.paramo.cz	10l	80,1	
	www.okoil.cz	10l	86,8	
	www.kmoch.cz	10l	90,6	
	eshop.paramo.cz	1l	92	
	www.olejshop.cz	1l	96	

	www.okoil.cz	1l	100	
	www.kmoch.cz	1l	105	
EXEL 3802	www.maziva.eshop-zdarma.cz	205l	52,6	52,70
	www.olejeservis.cz	205l	52,7	
MIDEL 7131	www.olejeservis.cz	195kg	327,6	336,00
	maziva.eshop-zdarma.cz	195kg	344,4	
SHELL DIALA D	www.az-auto.com	209l	106,6	106,60
SHELL DIALA DX	www.az-auto.com	209l	123,8	123,80
AGIP ITE 360	www.prumysloveoleje.cz	200l	106,80	107,60
	www.prumysloveoleje.cz	20l	108,00	
	www.buboil.cz	180kg	108,00	
AGIP ITE 360 L	www.prumysloveoleje.cz	200l	122,4	122,40

Tab. 4 Ceny jednotlivých transformátorových olejů

4.3.3 Nejvýhodnější prodejci jednotlivých typů olejů

Tabulka obsahuje prodejce, pro které byla u typových transformátorových olejů cena nejnižší.

Název oleje	Internetové adresy dodavatele/ prodejce	Výrobce	Množství	Cena za l/kg
MOGUL TRAF0 CZ	odbornik.wz.cz	MOGUL	40*10l	58,62
MOGUL TRAF0 CZ-A	odbornik.wz.cz	MOGUL	40*10l	60,00
MOGUL TRAF0 D	odbornik.wz.cz	MOGUL	40*10l	53,80
PARAMO TRAF0 N	odbornik.wz.cz	PARAMO	40*10l	67,30
EXEL 3802	www.maziva.eshop-zdarma.cz	SUN OIL/EXEL	205l	52,60
MIDEL 7131	www.olejeservis.cz	SUN OIL/EXEL	195kg	327,60
SHELL DIALA D	www.az-auto.com	SHELL	209l	106,60
SHELL DIALA DX	www.az-auto.com	SHELL	209l	123,80
AGIP ITE 360	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	200l	106,80
AGIP ITE 360 L	www.prumysloveoleje.cz	AGIP	200l	122,40

tab. 5: Nejvýhodnější prodejci typových transformátorových olejů

Z tabulky vyplývá, že prodejce **Odborník** má nejvýhodnější ceny transformátorových olejů (MOGUL TRAF0 CZ-A, MOGUL TRAF0 D, PARAMO TRAF0 N a lze předpokládat, že to samé platí i u MOGUL TRAF0 CZ). Na druhou stranu je třeba brát v úvahu, že např. jeden litr transformátorového oleje u něj nekoupíte.

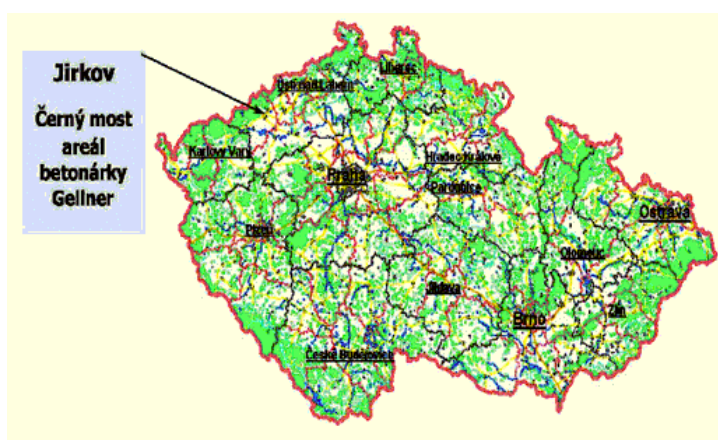
U ostatních typů olejů z mnou nalezených, jsou nejvýhodnější prodejci viz tabulka číslo 5.

4.3.4 Profil nejvýhodnějších prodejců transformátorových olejů

Z mnoha prodejců transformátorových olejů jsou tito nejvýhodnější, a proto se s nimi seznámíme blíže.

4.3.4.1 ODBORNÍK

Má široký sortiment automobilových a průmyslových olejů, průmyslovou a spotřební chemii, autokosmetiku a autochemii a autopříslušenství. Toto vše distribuuje od firem Paramo, Velvana, Gulf, Coyote, Hekra a Sheron.



obr. 12: Orientační mapa sídla firmy Odborník

Doprava:

Doprava po celé ČR zdarma až na místo určení.

Kontakt:

Adresa:

Na Průhoně 3810/1
Chomutov 43003

IČO: 46735119

DIČO: CZ6102231751

Telefon: 724757252

E-mail: oborník@seznam.cz

Internetová adresa: odbornik.wz.cz

4.3.4.2 E-SHOP ZDARMA

Je prodejcem olejů a maziv značky EXEL® od výrobce SUN OIL COMPANY B.V a ekologického, nehořlavého transformátorového oleje MIDEL 7131®, výrobce M&I Materials. Je rovněž významným smluvním partnerem společnosti AGIP Česká republika. Sortiment maziv pak doplňují speciální mazací tuky od firmy BELLEVILLE CZ a maziva tuzemské společnosti PARAMO a. s.

Široký sortiment nabízených výrobků obsahuje oleje pro vznětové a zážehové motory, oleje převodové, hydraulické, mazací tuky, brzdové kapaliny, průmyslové oleje, kapaliny pro průmyslové obrábění (řezné, brusné a emulgační oleje), transformátorové oleje a další technické kapaliny.

Společným jmenovatelem široké škály maziv je vysoká kvalita, u EXEL® ohodnocená certifikátem ISO 9002.

Kromě spolehlivých dodávek maziv firma EXEL s. r. o vlastní dopravou nabízí tribologický servis včetně rozboru motorových paliv (program E.L.O.A.P.). Tam, kde výsledky tribologických analýz ukazují na ekonomicky výhodnou možnost regenerace upotřebených olejů, zajišťuje v případě zájmu i regeneraci těchto olejů.

Dále pak provádí zpracování komplexních projektů olejových programů s garantovaným ekonomickým a ekologickým efektem.

Další významnou službou, kterou poskytuje svým zákazníkům bezplatně, je odběr a likvidace upotřebených olejů včetně obalů, kterou zajišťuje dle zákonů o odpadech a upotřebených obalech. EXEL s.r.o. je dle zákona o obalech zapojen do systému sdruženého plnění EKO-KOM pod klientským číslem EK – F050202611.

Doprava:

- osobní vyzvednutí
- u zboží v hodnotě nad 5000 Kč je dopravné ZDARMA po celé ČR.
- zboží bude dodáno prostřednictvím dopravní služby PPL, DPD nebo České pošty jako obchodní balík na Vámi uvedenou adresu

Kontakt:

Adresa:

Jiří Matějka
Mysletín 37
39601 HUMPOLEC

IČO: 49003828

DIČO: CZ6105130845

Telefon: 603162583

E-mail: info@olejeservis.cz

skype: matexpo

Internetová adresa: www.olejeservis.cz

4.3.4.3 AZ Auto:

Je prodejce průmyslových a automobilových olejů značky SHELL.

Doprava:

- vyzvednutí ve skladu na adrese: U Agrostroje 3218, 393 01 Pelhřimov, a to v pracovní době:
- Po-Pá od 7:00 - 16:00
- dopravné od 20 kg je zdarma, zdarma je i doprava pro stálé zákazníky
- dopravu zajišťuje společnost PPL, dle svého ceníku

Kontakt:

Adresa:

A-Z Auto s.r.o.
U Agrostroje 2318
393 01 Pelhřimov

IČO: 25150456 DIČ: CZ25150456

Číslo účtu: 3300000022/7940 (Waldviertles Sparkasse von 1842)
19-3890960217/0100 Komerční Banka, a.s.

Telefon: 565 321 111

Fax.: 565 321 113

E-mail: jaroslav.dvorak@az-auto.com

4.3.4.4 PER-OIL

Firma PER-OIL prodává oleje a maziva pro průmysl, nákladní vozy, stavební stroje a zemědělskou techniku. Prodává oleje značek Motorex, Agip, Mobil1, Motul, Castrol, Mogul, MOL, ELF, Total, Selenia, Chevron-Texaco, Penrite Oil Company UK Ltd.

Doprava:

- dopravu zajišťuje česká pošta dle svého ceníku

Kontakt:

Adresa:

PER-Oil - značkové oleje
V.Nezvala 3301
434 01 Most.

Mobil: 775 113 255
Telefon: 477 754 016
Fax.: 477 754 017
GPS: 50°30'15.286"N, 13°38'12.541"E

Otevírací doba prodejny:

Po - Pá 9.00-13.00 14.00-17.00
So 9.00-12.00

4.3.5 Cenově parametrické porovnání typových transformátorových olejů

V této části jsem provedl cenově parametrické porovnání typových transformátorových olejů. Vybral jsem transformátorové oleje, u kterých byla mnou nalezena alespoň jedna cena. Jedná se o devět inhibovaných a neinhibovaných transformátorových olejů. Výrobci a prodejci jednotlivých transformátorových olejů uvádějí různé kvalitativní parametry, proto jsem vybral ty nejdůležitější a snažil se je sjednotit tak, aby se daly porovnat.

4.3.5.1 MOGUL TRAF0 CZ-A

Výrobce: MOGUL

Popis:

Nízkoviskózní z hluboce rafinované ropné frakce. Olej této skupiny má vynikající oxidační stálost, výborné elektroizolační vlastnosti a velmi dobrou tekutost při teplotách pod bodem mrazu. Je to inhibovaný transformátorový olej pro transformátory všech napěťových hladin.

Použití:

Je určen jako izolační a chladicí kapalina pro transformátory, spínače, stykače, kondenzátory a jiná elektrická zařízení.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
9,5	75	0,001	175	-45	0,005

tab. 6: Kvalitativní parametry transformátorového oleje MOGUL TRAF0 CZ - A

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za průměrnou cenu 79,30 Kč za l/kg.

4.3.5.2 MOGUL TRAFO D

Výrobce: MOGUL

Popis:

Nízkoviskózní z hluboce rafinované ropné frakce. Olej této skupiny má vynikající oxidační stálost, výborné elektroizolační vlastnosti a velmi dobrou tekutost při teplotách pod bodem mrazu. Je to neinhibovaný transformátorový olej pro zařízení s vysokými požadavky.

Použití:

Je určen jako izolační a chladicí kapalina pro transformátory, spínače, stykače, kondenzátory a jiná elektrická zařízení.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
9,5	75	0,001	175	-45	0,005

tab. 7: Kvalitativní parametry transformátorového oleje MOGUL TRAFO D

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za průměrnou cenu 71,30 Kč za l/kg.

4.3.5.3 PARAMO TRAFO N

Výrobce: PARAMO

Popis:

PARAMO TRAFO N je neinhibovaný hydrogenačně rafinovaný lehký destilát z naftenické ropy s významnou chemickou stálostí a nízkým bodem tuhnutí.

Použití:

Je určen k plnění transformátorů, spínačů, silových kondenzátorů a jiných přístrojů s vysokým napětím. Užívá se též v elektrických strojích a přístrojích jako izolační a chladicí kapalina.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
11	70		145	-45	

tab. 8: Kvalitativní parametry transformátorového oleje PARAMO TRAFON

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za průměrnou cenu 87,40 Kč za l/kg.

4.3.5.4 SHELL DIALA D

Výrobce: SHELL

Popis:

Shell Diala D je ropný, neaditivovaný elektroizolační olej. Shell Diala D vykazuje vynikající nízkoteplotní chování, a překračuje požadavky národních a mezinárodních specifikací na bod tuhnutí bez použití depresantů (snižovačů bodu tuhnutí). Vyniká výbornými elektroizolačními vlastnostmi a vysokou oxidační stabilitou.

Použití:

Shell Diala D je doporučen především do transformátorů. Vykazuje dobrý výkon ve všech typech průmyslových i vysokonapěťových transformátorech i při maximálním zatížení. Rovněž může být používán v jiných elektrických zařízeních, jako jsou usměrňovače, spínače atd.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
7,8	70	0,0005	137	-60	0,03

tab. 9: Kvalitativní parametry transformátorového oleje SHELL DIALA D

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za cenu 106,60 Kč za l/kg.

4.3.5.5 SCHELL DIALA DX

Výrobce: SHELL

Popis:

Shell Diala DX je výkonný aditivovaný elektroizolační olej. Je vyroben na speciálně rafinovaném naftenickém olejovém základě. Při nasazení poskytuje vynikající nízkoteplotní vlastnosti, dále vyniká vysokou oxidační stabilitou a výbornými elektroizolačními vlastnostmi.

Použití:

Shell Diala DX je doporučen především do transformátorů, olejem chlazených elektrických usměrňovačů, spínačů a rozvaděčů s vysokou teplotou olejové náplně.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 20°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
17	60	0,001	138	-60	0,03

tab. 10: Kvalitativní parametry transformátorového oleje SHEL DIALA DX

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za cenu 123,80 Kč za l/kg.

4.3.5.6 EXEL 3802

Výrobce: SUN OIL

Popis:

EXEL 3802X je vysoce rafinovaný nízkoviskozní elektroizolační olej. Zásluhou nízké viskozity má tento olej vysokou chladicí schopnost a to i za chladu. Olej se vyznačuje dobrými antikorozními vlastnostmi, nízkou tvorbou úsad a kyselých reziduí.

Použití:

Především jako olej do transformátorů.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
8,6	60	0,0003	148	-52	0,02

tab. 11: Kvalitativní parametry transformátorového oleje EXEL 3802

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za cenu 52,70 Kč za l/kg.

4.3.5.7 MIDEL 7131

Výrobce: SUN OIL

Popis:

MIDEL 7131 je celosvětově vyzkoušená a osvědčená syntetická izolační kapalina na bázi organických esterů. Používá se jako náhrada za minerální oleje v transformátorech tam, kde je nutná zvýšená ochrana lidí a majetku před nebezpečím ohně, nebo v místech kde jsou zvýšené požadavky na ochranu životního prostředí. Od roku 1979, kdy byl MIDEL 7131 uveden na trh, poskytuje tento olej bezproblémový chod v transformátoru s napětím až do 100 kV a jmenovitým výkonem do 11 MVA a to i v tak rozdílných podmínkách jako jsou například zimy v Severní Americe nebo tropy v Singapuru.

MIDEL 7131 je velmi dobře odolný proti oxidaci a je schopen absorbovat mnohem více vlhkosti než minerální oleje, bez projevů zhoršení jeho funkce jako izolantu. V hermeticky uzavřených transformátorech pracujících při běžných teplotách, je MIDEL 7131 schopen absorbovat vlhkost produkovanou rozpadem celulózy z vinutí a v době životnosti transformátoru je nepravděpodobné, že by MIDEL 7131 potřeboval údržbu. Procedury pro testování MIDEL 7131 za provozu jsou stejné jako při používání minerálních olejů.

Testování MIDEL 7131 dokázalo jeho neškodnost pro životní prostředí. Tento organický ester je velmi vlídnou izolační kapalinou z pohledu znečištění vody. Při případném vylití do vody jsou živé organismy uchráněny toxických efektů, neboť MIDEL 7131 je samovolně biologicky odbouratelný a proto je vyloučen jakýkoliv dlouhodobý dopad na životní prostředí. MIDEL neobsahuje chlor a je netěkavý, takže i znečištění ovzduší je úplně vyloučeno. Postup při jeho likvidaci je obdobný jako u minerálních olejů.

Rozsáhlé testy na toxicitu dokázaly, že MIDEL 7131 není karcinogenní ani jinak zdraví škodlivý. Neprodukuje žádné toxické plyny. Osoby zaměstnané při výrobě nebo při práci s transformátory plněnými MIDEL 7131 se řídí obecnými zásadami pro používání kapalin jako jsou například minerální oleje.

Jeho vysoký bod hoření, nízká těkavost a vynikající tepelné vlastnosti znamenají, že při vnitřní poruše transformátoru nedojde k rozšíření vzniklého ohně do okolí. Pokud se k transformátoru naplněnému MIDEL 7131 dostane oheň z okolí, MIDEL neprodukuje hustý kouř ani toxické plyny, které by mohly znemožnit únik osob ze zasažené oblasti.

Použití:

Především jako olej do transformátorů.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
28	70	0,03	275	-60	0,03

tab. 12: Kvalitativní parametry transformátorového oleje MIDEL 7131

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za průměrnou cenu 327,60 Kč za l/kg.

4.3.5.8 AGIP ITE 360

Výrobce: AGIP

Popis:

AGIP ITE je izolační olej tvořený vysoce čištěným benzinovým základovým materiálem. Má dobré přenosové vlastnosti, splňuje požadavky pro izolační a chladicí kapaliny transformátorů, chlazených přirozeným prouděním kapalin nebo za pomoci čerpadla. Nepřítomnost asfaltových a pryskyřičných látek a extrémně nízký obsah síry chrání před tvorbou usazenin a korozi, zvláště je-li olej vystaven velkým výkyvům teplot.

Použití:

AGIP ITE 360 je doporučen pro elektrická zařízení pracující v normálních podmínkách okolního prostředí.

Kvalitativní parametry:

Viskozita při 40°C (mm ² /s)	Průrazné napětí po vysušení (kV/2,5mm)	Ztrátový činitel	Bod vzplanutí (°C)	Bod tekutosti (°C)	Číslo kyselosti mg KOH/g
13	-	-	152	-33	-

tab. 13: Kvalitativní parametry transformátorového oleje AGIP ITE 360

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za průměrnou cenu 107,40 Kč za l/kg.

4.3.5.9 AGIP ITE 360L

Parametry a použití stejné jako u transformátorového oleje AGIP ITE 360, navíc je odolnější vůči oxidaci.

Cena:

Tento typ transformátorového oleje lze pořídit za cenu 122,40 Kč za l/kg.

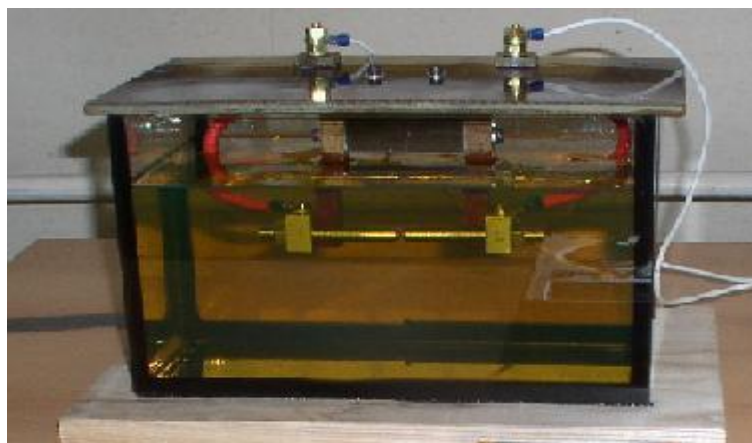
5 Měření průrazné pevnosti typového transformátorového oleje

V této části bakalářské práce, provedeme měření průrazné pevnosti minerálního neinhibovaného transformátorového oleje značky Shell Diala D.

Měření průrazné pevnosti transformátorového oleje proběhlo při teplotě oleje a okolí 19 °C, při nastavení různých vzdáleností elektrod $d = 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ mm.

5.1 Příprava na měření

Měření probíhalo v učebně H203. Měření probíhalo pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce ing. Martina Marek, Ph.D. Přípravek na měření průrazu transformátorového oleje byl dopředu nachystán, viz obr. 13. Má elektrody z mosazi, které mají průměr 0,8mm. Objem oleje byl zhruba 3litry.



obr. 13: Přípravek na měření průrazného napětí transformátorového oleje

Pracoviště připravené na měření je na obr. 14

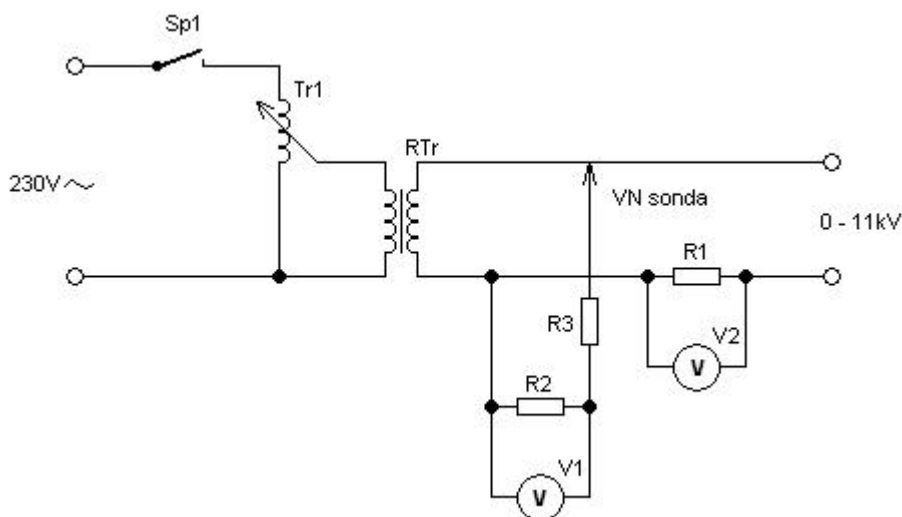


obr. 14: Pracoviště připravené na měření průrazného napětí transformátorového oleje

5.1.2 Fyzikální a chemické vlastnosti transformátorového oleje Shell Diala D

Barva:	Světle žlutá
Zápach:	Charakteristický pro minerální olej
Fyzikální stav:	Kapalina za běžných teplot
Bod tuhnutí:	-60°C
Bod vzplanutí:	136°C
Bod varu:	>280°C
Samozápalná teplota:	>320°C
Tlak par:	<0,5 Pa při 20°C
Kinetická viskozita:	10,2mm ² /s při 40°C
Hustota:	887kg/m ³ při 15°C
Rozpustnost ve vodě:	zanedbatelná

5.1.3 Schéma zapojení pracoviště



5.1.4 Použité přístroje

Autotransformátor:	Proud 20A Napětí 220/250V Frekvence 50-60Hz
Rozptylový transformátor RTr:	Napájecí napětí 230V/50Hz Výstupní napětí 10kV/I _{2max} =100mA
Vysokonapěťová sonda HV 40:	Dělicí poměr: 1:1000 Vstupní impedance: 1000MΩ Výstupní impedance: 1,1MΩ Max. převáděné napětí DC 40kV, AC 28kV U _{ef}

Multimetr:	Unitest Hexagon 320, převod 1V = 1A
Multimetr:	Metex 4660
Spínač:	Vypínač je kombinovaný s 10A jističem a filtrem
Výkonový odpor:	R=1Ω, chyba je 1%, P=10W

5.2 Měření průrazného napětí

Cílem tohoto měření je zjistit velikost průrazného napětí transformátorového oleje Shell dialla D při různých vzdálenostech elektrod (0.2, 0.3, 0.4, 0.5mm). Pomocí termočlánku a multimetru jsme si změřili teplotu okolí a oleje, která činila 19 °C. Pro každou vzdálenost elektrod bylo měření provedeno pětkrát. Zatěžovací napětí jsme zvyšovali postupně po 500V. Při každém zvýšení napětí o 500 V jsme vyčkali 15 s, přičemž byl odečten efektivní proud procházející dielektrikem.

Výsledky měření jsou vepsány do tabulky č.14. Poslední sloupec udává průměrnou hodnotu průrazného napětí všech pěti pokusů. Dále jsem provedl příklad výpočtu elektrické pevnosti pro vzdálenost elektrod 0,3mm. Výsledky měření jsem vnesl do grafu.

5.2.1 Tabulka naměřených a vypočtených hodnot

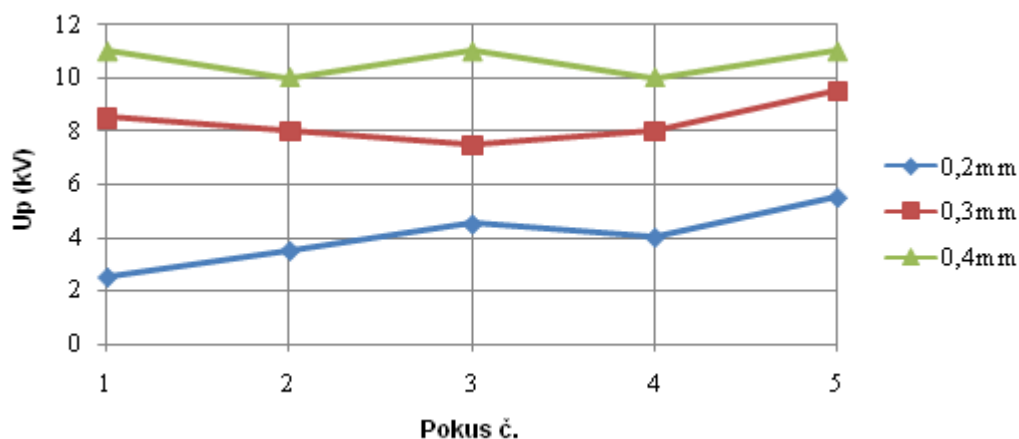
Vzdálenost elektrod (mm)	Pokus č.1 Up [kV]	Pokus č.2 Up [kV]	Pokus č.3 Up [kV]	Pokus č.4 Up [kV]	Pokus č.5 Up [kV]	Up-ave Up [kV]
0,2mm	2,5	3,5	4,5	4	5,5	4
0,3mm	8,5	8	7,5	8	9,5	8,3
0,4mm	11	10	11	10	11	10,6
0,5mm	N	N	N	N	N	N

tab.14: Efektivní hodnoty napětí

5.2.2 Příklad výpočtu elektrické pevnosti

$$E_p = \frac{U_{p-AVE}}{l} = \frac{8,3}{0,3} = \underline{\underline{26,67 \text{ kV} / \text{mm}}} \quad (8)$$

5.2.3 Graf znázorňující velikost průrazného napětí při jednotlivých pokusech:



5.2.4 Vyhodnocení měření

V tomto měření jsme si dokázali, že se zvětšujícími se vzdálenostmi elektrod se zvyšovala i hodnota potřebného průrazného napětí. Při vzdálenosti elektrod 0,5 mm nedošlo k žádnému průrazu, protože VN transformátor dosahoval maximálního napětí 12 kV, to však nepostačovalo na zapálení elektrického oblouku.

Závěr

Cílem této bakalářské práce je usnadnit výběr vhodného oleje pro transformátory. Tyto oleje musí při splnění technických parametrů být dostupné jak z hlediska cen, tak i dodacích podmínek.

Aby bylo možné vytvořit seznam těchto olejů, bylo nutné zjistit tuzemské i zahraniční výrobce, prodejce a získat technické listy jejich výrobků. Nejnáročnější na téhle práci bylo vyhledávání potřebných informací včetně překladů z cizojazyčných originálů. Teprve po nalezení dostatku informací mohly vzniknout tabulky dodavatelů a olejů. Oleje, ke kterým byly nalezeny potřebné informace, jako: cena, prodejce, kvalitativní parametry, byly dále zpracovány do přehledných tabulek a ty vyhodnoceny. Tabulky mohou odběratelům pomoci při výběru toho pravého oleje pro jejich konkrétní potřebu.

V bakalářské práci se nachází 62 typů transformátorových olejů, 12 výrobců, 27 prodejců/dodavatelů a 32 nalezených cen.

Z mnou nalezených výrobců transformátorových olejů má firma NYNAS bezkonkurenčně největší výběr standardních i speciálních transformátorových olejů. V nabídce jich má 29.

Z cenově parametrického průzkumu transformátorových olejů vyplývá, že:

1. Transformátorový olej MIDEL 7131 má z mnou porovnávaných transformátorových olejů nadprůměrné kvalitativní parametry, obzvláště velmi vysoký bod vzplanutí. Ovšem nezvykle vysoká je i jeho pořizovací cena.
2. Dobrý poměr ceny a kvality nabízí transformátorové oleje řady MOGUL TRAFO.
3. Cenově nejvýhodnějším transformátorovým olejem je EXEL 3802, který nabízí za slušnou cenu, průměrné kvalitativní vlastnosti.

Při zpracování této práce jsem se, také seznámil s výrobními procesy olejů pro elektrotechnická zařízení a s měřením vlastností těchto olejů.

Seznam použité literatury

- [1] Hrbek, V.: Instalace, provoz a údržba transformátoru, 1974

- [2] ESB Elektrické stroje a.s: Regenerace transformátorových a turbínových olejů [Cit. 5-12-2008]. Dostupný na WWW: <http://www.esb-bez.cz/download/regenerace-transformatorovych-a-turbinovych-oleju.pdf>

- [3] Ing. Mužík, P.: Vyznáte se v transformátorech [Cit. 18-3- 2008]. Dostupný na WWW: <http://www.trasfor.sk/documents/Okvaliteproweb.pdf>

- [4] Ing. Barborka, V.: Diagnostika transformátorových olejů v návaznosti na prodloužení životnosti transformátorů [Cit. 1-7- 2002]. Dostupný na WWW: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25085

- [5] Wikipedia: Transformátor [Cit. 3-4-2010]. Dostupný na WWW: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25085

- [6] Elektrina: Transformátory – fyzikální základy. Dostupný na WWW: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/elektrina/fyz10.htm>

- [7] Schneider Electric CZ s. r. o.: Olejové distribuční transformátory ELVIM Použití a údržba Dostupný na WWW: <http://www.schneider-electric.cz/>

Seznam příloh na DVD:

Příloha č. 1: Technické listy olejů

- AGIP
- BP
- ESSO
- EXEL
- FUCHS
- MOBIL
- MOGUL
- MOL
- NYNAS
- ORLEN OIL
- PARAMO
- SHELL

Příloha č. 2: Ceníky olejů

- Kmoch
- Orlen oil
- Paramo
- Modrý

Příloha č. 3: Příslušenství pro olejové transformátory

- analyzátor poruchových plynů transformátorů v oleji
- integrované měřicí a jistící zařízení pro transformátory
- monitor rozpuštěného vodíku a vody v oleji
- ochranný blok pro transformátor
- přetlakový ventil pro transformátor
- ručkový teploměr s kontakty pro transformátory

Příloha č. 4: Katalogy transformátorů

- olejové distribuční TRF ELVIM
- olejové transformátory firmy BEZ
- katalog transformátorů ETD